Impulsgebung im Mathematikunterricht

Theoretische Fundierung, Konzeption und Erprobung eines Seminars für die Lehrkräftebildung

Von der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften
der RWTH Aachen University zur Erlangung des akademischen Grades
einer Doktorin der Naturwissenschaften genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Melanie Ansteeg

aus

Moers, Nordrhein-Westfalen

Berichter: Prof. Dr. Johanna Heitzer
Prof. Dr. Brigitte Lutz-Westphal

Tag der mündlichen Prüfung: 18.07.2025

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Universitätsbibliothek verfügbar.

Danksagung

An erster Stelle danke ich Prof. Dr. Johanna Heitzer, die meine Arbeit nicht nur mit großem Interesse und neuen Denkanstößen betreut hat, sondern mir dabei die nötigen Freiheiten gegeben hat, die ich dafür brauchte.

Mein Dank gilt ebenso Prof. Dr. Brigitte Lutz-Westphal als Zweitgutachterin der Arbeit. Unsere wertvollen Diskussionen haben mich stets inspiriert und damit meine Motivation bestärkt.

Meine Kolleginnen und Kollegen haben den Verlauf meiner Promotion wohl am intensivsten miterlebt. Ich danke Corinna Mathwieser für unsere langen Nächte der Dissertation, in denen wir uns gegenseitig unterstützt und unsere Fortschritte bewusstgemacht haben. Mit Marie Giesen, Philip Helf und Birthe Wichmann habe ich weitere wunderbare Freunde gefunden, auf die ich mich immer verlassen konnte. Dafür bin ich sehr dankbar!

Eine äußerst wichtige Wegbegleiterin war außerdem Maike Metrop. Ich glaube kaum jemand kennt den Verlauf unserer Promotionen so gut wie die jeweils andere von uns.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Mitgliedern des Lehr- und Forschungsgebiets für die gute Zusammenarbeit. Insbesondere danke ich Jana May und Shana Vanderstein für die unermüdliche und geduldige Unterstützung in allen Belangen.

Für die Erprobung der Materialien war ich auf Lehrkräfte, Dozierende und Seminarleitungen angewiesen. Ich danke allen Beteiligten für die Bereitschaft, das Interesse und Vertrauen.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie, die immer hinter mir gestanden und an mich geglaubt hat. Mein Freund Thomas hat mich insbesondere in der letzten und intensiven Phase begleitet und das weiß ich sehr zu schätzen.

Kurzfassung

Lehren und Lernen ist auf Kommunikation angewiesen und entfaltet sich insbesondere im gemeinsamen Austausch über die Inhalte. Weil der Austausch durch Impulse der Lehrperson initiiert, gelenkt und vertieft werden kann, spielen Impulse eine essenzielle Rolle im Unterricht.

Als Teil der Gesprächsführung gehört die Impulsgebung zu den Basismerkmalen guten Unterrichts und kann als Kernkompetenz von Lehrpersonen bezeichnet werden. Die Vorbereitung auf das Anstoßen und Begleiten von Denkprozessen wird auch als Hauptaufgabe mathematikdidaktischer Studien gesehen. Daran gemessen findet die Thematik in den Lehrplänen und Richtlinien zur Ausbildung von Lehrpersonen sowie in der Literatur jedoch erstaunlich wenig Beachtung und es existieren nur wenige Vorarbeiten in diesem Bereich.

Aufgrund der Regelhaftigkeit und der zahlreichen strukturierten Verfahren ist es gerade im Mathematikunterricht verlockend, die nächsten Schritte zu erklären, statt Impulse zu setzen, die die Lernenden zur eigenständigen Auseinandersetzung mit den Inhalten anregen. Damit können vermeintlich schnelle Fortschritte erzielt werden, wobei außer Acht gerät, dass die Lernenden dadurch eine eher passive Rolle einnehmen. Dabei bietet gerade das Fach Mathematik den Vorteil, dass sich die Inhalte zu großen Teilen von den Lernenden selbst erarbeiten lassen.

Konzepte wie das Dialogische Lernen nach Ruf und Gallin (1998) oder das entdeckende Lernen nach Winter (1991) betonen die Bedeutung der Produktion und Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler für das Lernen. Allerdings lassen sich aus der Literatur nur wenige Vorschläge und Hinweise entnehmen, wie die Impulsgebung gestaltet werden kann, um diesen Ansprüchen gerecht zu werden. Insbesondere spezifisch auf den Mathematikunterricht bezogene Empfehlungen oder konkrete Interventionsmaßnahmen sind kaum zu finden.

Zum Schließen dieser Lücke soll mit dieser Arbeit ein Beitrag sowohl auf theoretischer wie praktischer Ebene geleistet werden. Dies geschieht in folgenden Schritten:

- **Ausschärfung der theoretischen Hintergründe zur Impulsgebung**
  Ausgehend von einer Impulsdefinition im Rahmen dieser Arbeit umfasst dies die Beschreibung des Impulsgebungsprozesses, die Klärung von Voraussetzungen und Einflussfaktoren auf die Impulsgebung, die Identifikation von Qualitätskri-

terien von Impulsen, das Herausstellen von Besonderheiten mathematikspezifischer Impulse sowie das Sammeln von Impulsansätzen in Form eines Katalogs.

- **Anwendung der theoretischen Hintergründe auf unterrichtspraktische Beispiele und konkrete Fachinhalte**
  Inhaltlich bewegen sich die Beispiele im Bereich der Arithmetik/Algebra sowie der Analysis. Auf prozessbezogener Ebene stehen das Problemlösen und Mathematisieren im Fokus. Es werden Lernstufen identifiziert, die für das Bewältigen der Inhalte zu durchlaufen sind. Mit ihnen lassen sich Lernstände besser einordnen, was als Voraussetzung für das Setzen eines passenden Impulses zu sehen ist. Darüber hinaus werden zu unterschiedlichen Lernstufen exemplarische Impulse formuliert. Abschließend wird eine Beurteilung von Impulsen mithilfe der im theoretischen Hintergrund herausgearbeiteten Qualitätskriterien vorgenommen.
- **Konzeption und evaluationsbasierte Überarbeitung eines Seminars zur Weiterentwicklung der Impulsgebung von Mathematiklehrpersonen**
  Es handelt sich um eine forschungsbasierte Entwicklung auf Basis der herausgearbeiteten theoretischen Hintergründe sowie der vorausgehenden Anwendung auf Praxisbeispiele. Das Seminar verbindet theoretische Grundlagen, praktische Übungen sowie eine Erprobungsphase in der Unterrichtspraxis mit anschließender Reflexion und Austausch über die Erfahrungen. Es lässt sich sowohl in die Praxisphase des Lehramtsstudiums als auch in das Referendariat integrieren oder kann als Fortbildung genutzt werden. Alle genannten Möglichkeiten wurden bereits erprobt und konnten durchweg positives Feedback erzielen.

Die Auseinandersetzung auf drei Ebenen wird der Vielschichtigkeit des Impulsgebungsprozesses gerecht. Die Impulsgebung ist mit einigen Anforderungen verbunden, die sowohl für angehende wie aktive Lehrpersonen herausfordernd sein können. Aufgrund der hohen Situativität der Impulsgebung kann diese nicht abschließend erlernt werden und gehört damit zu einer Aufgabe des lebenslangen Lernens. Nichtsdestotrotz lohnt sich das Bemühen um eine Weiterentwicklung der persönlichen Impulsgebung, da sie als Schlüsselelement im Unterricht einen hohen Einfluss auf die Lernprozesse ausübt.

Die drei im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Schritte bieten einen guten Ausgangspunkt für die eigenständige Verbesserung der Impulsgebung. Sie liefern eine Basis für eine langfristige, regelmäßige und reflektierte Beschäftigung mit dieser wichtigen Kernpraktik des Unterrichts. Die betrachteten Beispiele ermöglichen die Übertragung auf andere Fälle und das Ableiten von Verallgemeinerungen, sodass sich generelle Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung aussprechen lassen.

Abstract

Teaching and learning rely on communication and particularly unfold through the shared exchange of content. This exchange can be initiated, guided, and deepened through prompts, which play an essential role in teaching.

As part of classroom discourse management, providing prompts is rightly considered one of the foundations of good teaching and can also be referred to as a core competency of teachers. Preparing to initiate and support thought processes is also seen as a primary task of mathematics education studies. However, despite this importance, the topic receives surprisingly little attention in curricula, teacher training guidelines, and the literature, and only a few preliminary studies exist in this area.

Due to the structured nature and many established procedures in mathematics instruction, there is a temptation to explain the next steps rather than provide prompts that encourage students to engage independently with the content. While this approach may lead to seemingly quick progress, it overlooks the fact that students take on a rather passive role. However, mathematics as a subject offers the advantage that students can largely develop the content on their own.

Concepts such as *dialogical learning* according to Ruf and Gallin (1998) or *discovery learning* according to Winter (1991) emphasize the importance of student production and self-activity for learning. However, only a few suggestions and hints can be found in the literature regarding how prompting can be designed to meet these demands. In particular, concrete, subject-specific recommendations for mathematics instruction or specific intervention measures are scarcely available.

To address this gap, the present study aims to contribute both theoretically and practically. In summary, this is achieved through the following steps:

- **Clarification of the theoretical background on prompting**
  Based on a definition of a prompt within this study, this step includes describing the process of prompting, clarifying prerequisites and influencing factors, identifying quality criteria of prompts, highlighting specifics of mathematics-related prompts, as well as compiling approaches for prompts in the form of a catalog.

- **Application of the theoretical background to practical teaching examples and specific subject content**
  The examples focus on arithmetic/algebra and analysis. On a process-related level, problem-solving and mathematization are central. Learning stages necessary for mastering the content are identified, helping to better assess students' learning progress as a prerequisite for providing appropriate prompts. Furthermore, exemplary prompts for different learning stages are formulated. Finally, the prompts are assessed based on the quality criteria established in the theoretical background.
- **Development and evaluation-based revision of a seminar for improving prompting among mathematics teachers**
  This represents research-based development grounded in the theoretical foundations and its application to practical examples. The seminar combines theoretical foundations, practical exercises, and an implementation phase in actual teaching practice, followed by reflection and exchange of experiences. It can be integrated into teacher training programs, used during the preparatory teaching phase, or offered as professional development. All of these options have been tested and received consistently positive feedback.

The three-level approach does justice to the complexity of prompting. Providing prompts comes with certain challenges that can be demanding for both prospective and experienced teachers. Due to the highly situational nature of prompting, it cannot be fully mastered and thus remains a task of lifelong learning. Nevertheless, striving to improve one's personal prompting is worthwhile, as it serves as a key element in teaching and has a significant impact on learning processes.

The three steps undertaken in this study provide a solid starting point for independently enhancing prompting. They establish a basis for long-term, regular, and reflective engagement with this essential teaching practice. The analysed examples allow for transfer to other cases and the derivation of generalizations. As a result, concrete recommendations for improving prompting can be formulated.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

1.1 Motivation und Zielsetzung 4

1.2 Methodik 6

1.3 Inhaltsübersicht entlang der Kapitel 11

1.4 Zielgruppen und Leseempfehlung 13

2 Hintergründe 15

2.1 Zur Bedeutung des Themas in der Lehrkräftebildung 15

2.2 Das Konzept des Scaffolding 20

2.2.1 Begriffsklärung 21

2.2.2 Zusammenhang mit Vygotskys Zone der nächsten Entwicklung 23

2.2.3 Umsetzung von Scaffolding im Unterricht 24

2.2.4 Verbindungen zur Impulsgebung 27

2.3 Das Konzept des Dialogischen Lernens 29

2.3.1 Die Bedeutung des Dialogs für das Lernen 29

2.3.2 Handlungsleitlinien im Dialogischen Lernen 32

2.3.3 Instrumente des Dialogischen Lernens 38

2.3.4 Der Kreislauf des Dialogischen Lernens 51

2.3.5 Verbindungen zur Impulsgebung 59

2.4 Zusammenfassung 61

3 Theoretische Fundierung der Impulsgebung im Mathematikunterricht 65

3.1 Begriffsverständnis eines Impulses 66

3.1.1 Impulsdefinition im Rahmen dieser Arbeit 69

3.1.2 Ziele von Impulsen 72

3.1.3 Der Prozess der Impulsgebung 74

3.2 Einflussfaktoren auf die Impulsgebung 78

3.2.1 Lehrperson 80

3.2.2 Lernende 90

3.2.3 Lernsituation 95

3.2.4 Spezifische Besonderheiten des Fachs Mathematik 100

3.3 Anknüpfungspunkte für die Verbesserung der Impulsgebung 101

3.3.1 Voraussetzungen für die Impulsgebung ... 101
3.3.2 Mögliche Leitgedanken bei der Impulsgebung ... 104
3.3.3 Auszulösende Tätigkeiten der Lernenden ... 122
3.3.4 Mögliche Ansätze der Lehrperson ... 124
3.3.5 Kognitiver Anspruch von Impulsen im Mathematikunterricht ... 138
3.3.6 Impulskatalog ... 142
3.3.7 Qualitätskriterien von Impulsen ... 150
3.4 Übergeordnete Lernziele zur Impulsgebung ... 156
3.5 Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung ... 158
3.6 Zusammenfassung ... 163
4 Anwendung der Theorieelemente auf unterrichtspraktische Beispiele ... 167
4.1 Identifizieren von Lernstufen zu ausgewählten Fachinhalten ... 168
4.1.1 Erweiterung des Stellenwertsystems auf rationale Zahlen ... 168
4.1.2 Mathematisieren im Kontext von quadratischen Funktionen ... 175
4.1.3 Graphisches Integrieren ... 178
4.2 Reagieren auf exemplarische Lernendenbeiträge ... 181
4.2.1 Einordnen von Lernständen ... 181
4.2.2 Formulieren von Impulsen zu unterschiedlichen Lernstufen ... 186
4.3 Beurteilen von Impulsbeispielen mithilfe der Qualitätskriterien ... 193
4.4 Zusammenfassung ... 203
5 Konzeption eines Seminars zur Impulsgebung ... 205
5.1 Gestaltungsprinzipien ... 206
5.2 Design ... 240
5.2.1 Übergeordnete Ziele und Grenzen ... 240
5.2.2 Ablauf ... 244
5.2.3 Lernziele ... 245
5.2.4 Aufbau der einzelnen Phasen ... 249
5.3 Alternative Einsatzmöglichkeiten ... 260
5.3.1 Im Anschluss an das Praxissemester ... 261
5.3.2 Im Referendariat ... 265
5.3.3 In Lehrkräftefortbildungen ... 265
5.4 Zusammenfassung ... 272
6 Erprobung und Evaluation des Seminars ... 275
6.1 Übersicht über die Erprobungen ... 276
6.2 Ausgewählte Erkenntnisse der Teilnehmenden aus den Erprobungen ... 281
6.3 Art und Weise der Evaluationen ... 288

6.3.1 Evaluation durch die Teilnehmenden ... 292
6.3.2 Evaluation durch die Erprobenden ... 293
6.4 Evaluationsergebnisse und Reflexion der Erprobungen ... 295
6.4.1 Im Studium ... 296
6.4.2 Im Referendariat ... 303
6.4.3 In Lehrkräftefortbildungen ... 310
6.4.4 Ergebnisse der Triangulation ... 321
6.5 Zusammenfassung ... 327
7 Fazit ... 331
7.1 Zusammenfassung ... 331
7.2 Reflexion ... 333
7.3 Ausblick ... 335
Anhang ... 337
A Methodik der Aachener Mathematikdidaktik ... 339
B Bedarfsanalyse ... 341
B.1 Umfragebogen ... 342
B.2 Auswertung ... 347
C Unterlagen zur Seminarkonzeption ... 367
C.1 Materialien (M) ... 368
C.2 Einsatzmöglichkeiten (E) ... 400
D Evaluation ... 429
D.1 Erprobung im Studium ... 429
D.2 Erprobung im Referendariat ... 440
D.3 Erprobung in Lehrkräftefortbildungen ... 445
D.4 Erprobung durch Dritte ... 451
Abbildungsverzeichnis ... 457
Tabellenverzeichnis ... 461
Register ... 463
Literatur ... 467

Einleitung 1

Thema der vorliegenden Arbeit sind *Impulse* im Mathematikunterricht. Es handelt sich um ein weites Feld im Bereich der Gesprächsführung, sodass eine Fokussierung auf Impulse vorgenommen wird, die spontan als Reaktion auf einen Lernendenbeitrag[1] gegeben werden. Insbesondere sind Impulse zur Einführung in eine Unterrichtsstunde oder in ein neues Thema, die sich die Lehrperson im Vorfeld gut überlegen kann, hier nicht Teil der Betrachtung. Die in dieser Arbeit betrachteten Impulse erfordern ein situatives Handeln der Lehrperson und nehmen den fachlichen Fortschritt der Lernenden in den Fokus. Hinzu kommt ein konstruktivistisches Verständnis des Lernens, das die aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten betont. Daraus ergibt sich die folgende Arbeitsdefinition (modifiziert nach Ansteeg und Heitzer 2024, S. 13):

Impulsdefinition im Rahmen dieser Arbeit

Ein *Impuls* ist ein fachlich orientiertes Anknüpfen an einen Lernendenbeitrag mit der Absicht, die Lernende oder den Lernenden möglichst unmittelbar in der eigenständigen Auseinandersetzung mit den Inhalten weiterzubringen.

Als Beispiel sei eine typische Unterrichtssituation skizziert. Sie ist an Wegerif (2013, S. 59-61) angelehnt, jedoch an die vorliegende Arbeit angepasst und auf die Thematik der Impulsgebung erweitert:

> *Die Lerngruppe bearbeitet in Einzelarbeit eine Reihe von Übungsaufgaben zur Bestimmung von Winkelgrößen. Währenddessen geht die Lehrperson im Klassenraum umher, beobachtet die Lernprozesse, unterstützt die Lernenden und steht ihnen bei Fragen zur Verfügung. Sie sieht, dass ein Schüler für die*

[1] Gender-Hinweis: Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich immer gleichermaßen auf alle Geschlechter. Grundsätzlich wird versucht, geschlechterneutrale Formulierungen zu wählen (z. B. Lernende). Dies ist jedoch nicht immer möglich oder geht mit einem Verlust der Verständlichkeit einher, insbesondere bei Genitivkonstruktionen. In Einzelfällen werden also die weibliche und männliche Form herangezogen. In Zitaten, in denen nicht gegendert wurde, werden keine Anpassungen vorgenommen, um den Lesefluss nicht zu stören. Bitte verstehen Sie alle Bezeichnungen als geschlechtsneutral.

Größe des markierten Winkels in der folgenden Abbildung $\alpha = 90°$ angegeben hat.

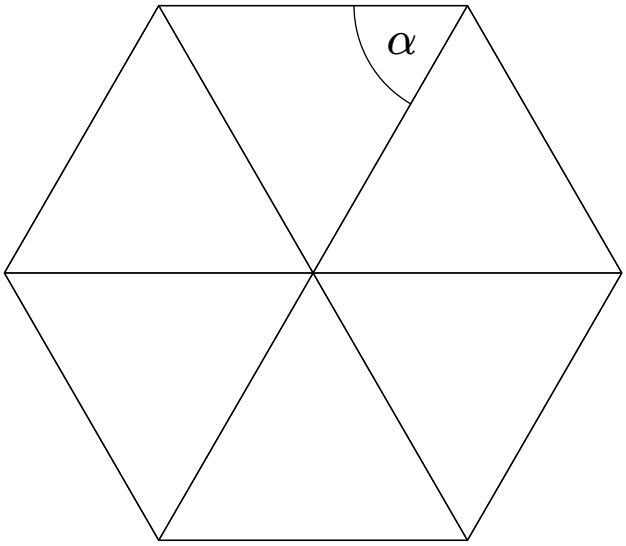


Abb. 1.1: Wie groß ist der Winkel Alpha? (Variante 1)

An dieser Stelle empfiehlt es sich, vor dem Fortgang der Lektüre zunächst einmal selbst zu überlegen, welcher Impuls passend sein könnte. Nachfolgend wird der weitere Verlauf der Beispielsituation beschrieben.

Die Lehrperson stutzt, bleibt neben dem Schüler stehen und versucht, sich in seinen Gedankengang hineinzuversetzen.
Lehrperson: Wie kommst du darauf, dass der Winkel 90° groß ist?
Schüler: In einem Würfel sind alle Winkel 90° groß.
Die Lehrperson versucht, in der Zeichnung einen Würfel zu erkennen.[2]
Lehrperson: Ich dachte zuerst, deine Antwort wäre falsch. Aber ich habe die Figur nicht so gesehen wie du. Für mich ist das ein regelmäßiges Sechseck.
Schüler: Achso. *Der Schüler überlegt kurz.* Dann sind es 60°.
Lehrperson: Gibt es weitere Fälle dieser Art, in denen sich eine Figur unterschiedlich interpretieren lässt?
Der Schüler schaut die Lehrperson nachdenklich an.
Lehrperson: Versuche mal, ein weiteres Beispiel zu finden.

Und schon ist der Weg frei für neue Erkundungen. Dem Schüler stehen nun zahlreiche Möglichkeiten dafür offen. Er hat die Figur aus Abb. 1.1 nicht als Sechseck, sondern als orthographische Projektion eines Würfels auf die Ebene verstanden,

[2] Es handelt sich insofern um ein ungünstiges Schrägbild, als dass die vorderste und hinterste Ecke genau aufeinander fallen. Falls Schwierigkeiten bestehen, den Würfel zu erkennen, könnte Abb. 1.2 dabei helfen.

sodass eine isometrische Darstellung entsteht. Fachlich kann der Schüler mit dem Impuls sehr tief dringen, indem er verschiedene Darstellungsmöglichkeiten durch unterschiedliche Perspektiven und Projektionen erkundet. Auf der Suche nach einem weiteren Beispiel kann er feststellen, dass ein Wechsel der Perspektiven in derselben Figur unter bestimmten Bedingungen möglich ist, die mit der Art der Projektion, der Perspektive sowie der Geometrie der Figur zusammenhängen. Die Lehrperson nutzt also den Beitrag des Schülers als Ausgangspunkt für eine vertiefende Auseinandersetzung mit den Inhalten. Aus der ursprünglichen Übungsphase ist für den Schüler damit eine individuelle Erarbeitungsphase geworden. Dieser Exkurs führt evtl. recht weit vom eigentlichen Unterrichtsthema weg. Die Lehrperson muss sich also entscheiden, ob sie dem Schüler diese Spielwiese eröffnen möchte oder nicht. Im vorliegenden Fall hat sie dem Schüler die Chance auf weiterführende Erkundungen gegeben.

Das Beispiel verdeutlicht verschiedene Aspekte der Impulsgebung, unter anderem:

- Der Impuls selbst muss nicht unbedingt außergewöhnlich sein. Im Beispiel besteht der eigentliche Impuls aus der letzten Aussage der Lehrperson. Losgelöst von der Situation erscheint er nicht sehr besonders. Aber aus der Situation heraus wird er zu einem Türöffner für neue Entdeckungen.
- Voraussetzung für einen an die Lernenden angepassten Impuls ist das Hineinversetzen in ihre Perspektive, um ihren potentiellen Gedankengängen nachzugehen. Dazu werden in hohem Maße diagnostische Kompetenzen benötigt. Hätte die Lehrperson in der Beispielsituation nicht versucht, den individuellen Gedankengang des Schülers zu verstehen, hätte sie seine Antwort womöglich als Fehler gewertet und korrigierend eingewirkt. Unglückliche Impulse sind oft verpasste Lernchancen und können sogar destruktiv sein.
- Die Weiterarbeit mit den Lernendenbeiträgen ist ein Leitgedanke des Konzepts des *Dialogischen Lernens* nach Urs Ruf und Peter Gallin (1998). Es eignet sich daher gut als Grundlage für die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung und bietet zahlreiche Anregungen für die Herangehensweise an Impulse. Darüber hinaus wird die Lehrperson im Dialogischen Lernen selbst zu einer lernenden Person, die die Ideen der Lernenden ernst nimmt und aufgreift. In der Beispielsituation hat die Lehrperson erkannt, dass selbst bei eindeutig erscheinenden Aufgaben verschiedene Perspektiven möglich sind.
- Für ein Anknüpfen an die Lernendenbeiträge sind hohe fachliche Kompetenzen der Lehrperson erforderlich. In der Beispielsituation muss die Lehrperson Wissen über verschiedene Darstellungs- und Projektionsmöglichkeiten mitbringen, um

zu identifizieren, welche fachlichen Erkundungsmöglichkeiten aus der Situation hervorgehen.

- Die Verbesserung der Impulsgebung ist grundsätzlich losgelöst vom Konzept des Dialogischen Lernens möglich. Allerdings haben die Betrachtung der Impulsgebung in dieser Arbeit und das Konzept des Dialogischen Lernens viel gemeinsam, sodass es sich lohnt, sich mit dem Konzept auseinanderzusetzen. Es ist nicht notwendig, vollständig nach dem Konzept zu unterrichten, sondern es lassen sich auch einzelne Ansätze im Sinne des Konzeptes in den Unterricht integrieren. In der Beispielsituation ist eine Übungsphase dargestellt, aus der durch einen Impuls eine Spielwiese für fachliche Erkundungen erwachsen ist.

All diese Punkte verdeutlichen die Komplexität der Impulsgebung und offenbaren gleichzeitig ihre Bedeutung für das Lernen der Schülerinnen und Schüler. Es ist also sinnvoll, dass Lehrpersonen sich mit der Impulsgebung in ihrem Unterricht näher auseinandersetzen. Die vorliegende Arbeit eröffnet hierzu Denkrichtungen spezifisch für den Mathematikunterricht und leistet auf theoretischer wie praktischer Ebene einen Beitrag zur Professionalisierung von Lehrpersonen.

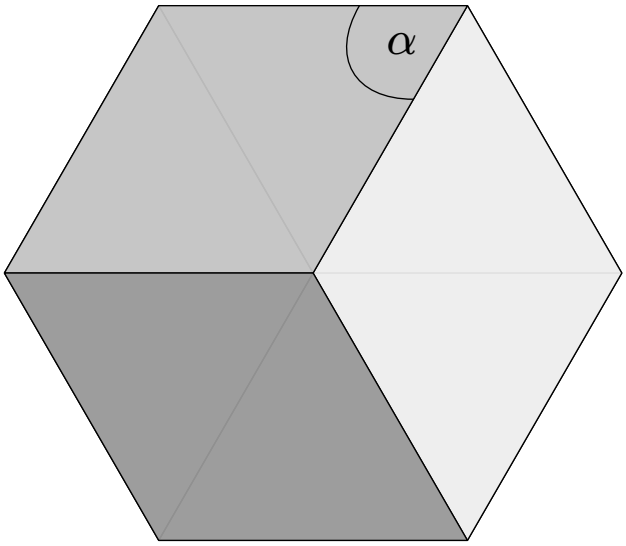


Abb. 1.2: Wie groß ist der Winkel Alpha? (Variante 2)

1.1 Motivation und Zielsetzung

Die Motivation für die vorliegende Arbeit entstammt der Kombination aus …

- der zentralen Bedeutung von Impulsen für die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler sowie der daraus resultierenden Relevanz der Impulsgebung für den Unterricht,

- der Beobachtung, dass das Studium die Impulsgebung nur in sehr geringem Umfang und nur implizit thematisiert (z. B. über kognitive Aktivierung),
- der Erfahrung, dass im Referendariat die Gesprächsführung, zu der auch die Impulsgebung gehört, als *Königsdisziplin* gilt, mit der aber eine Auseinandersetzung erst erfolgt, wenn „alles andere soweit unter Kontrolle ist“ (Zitat einer Seminarleitung),
- der Überzeugung, dass die Verbesserung der Impulsgebung von Lehrpersonen dabei hilft, Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler zu vertiefen und zu einer Vermeidung von möglicherweise auftretenden Schwierigkeiten im Unterrichtsalltag beitragen kann, und
- dem wahrgenommenen Mangel an theoretischen Hintergründen und praktischen Lerngelegenheiten in diesem Bereich.

Den Standpunkt, dass sich eine frühzeitige Auseinandersetzung mit der Thematik lohnt, vertreten auch Beutelspacher et al. (2011, S. 16) mit ihrer Forderung, dass die mathematikdidaktischen Studien entsprechende Vorbereitungen leisten müssen:

> Fachlehrerinnen und -lehrer müssen in ihrer Berufspraxis fähig sein, mathematische Denkprozesse bei Schülerinnen und Schülern anzustoßen, zu begleiten und zu beurteilen. Darauf vorzubereiten ist Hauptaufgabe der mathematikdidaktischen Studien.

Aufgrund der hohen Individualität der Denkprozesse leuchtet ein, dass kein Praxisratgeber mit universell anwendbaren Vorgehensweisen zur Impulsgebung an die Hand gegeben werden kann. Es liegt in der Verantwortung der Lehrpersonen, ihre Fähigkeiten flexibel einzusetzen und ihr Handeln an die jeweilige Situation anzupassen. Fachdidaktische Vorarbeiten können allerdings einen Theoriehintergrund als solide Basis für Reflexionen der Situationen aus dem Schulalltag schaffen (Bittner 2006, S. 12) sowie einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Handlungsoptionen geben, aus denen je nach Ermessen der individuellen Situation bewusst gewählt werden kann.

Die vorliegende Arbeit verbindet daher ihr theoretisches Ziel – die Darstellung der Hintergründe zur Impulsgebung im Mathematikunterricht – mit dem praktischen Ziel, am Gegenstand der Impulsgebung einen Beitrag zum Professionsaufbau von Lehrpersonen zu leisten. Auf theoretischer Ebene werden zunächst zwei fächerübergreifende Konzepte herangezogen, um einen Rahmen für die mathematikspezifische Auseinandersetzung mit der Impulsgebung zu schaffen: Die Konzepte des Scaffolding und des Dialogischen Lernens bieten die Möglichkeit, den Impulsbegriff näher einzugrenzen und ihn anhand von Praxisbeispielen auszuschärfen. Außerdem lassen

sich daraus konkrete Hinweise für die Impulsgebung ableiten, sodass Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung ausgesprochen werden können und eine direkte Verbindung zu den praktischen Zielen der Arbeit entsteht. Auf praktischer Ebene fließen diese Bezüge in die Konzeption eines Seminars für (angehende) Lehrpersonen ein. Es besteht aus zwei Sitzungen mit einer zwischenzeitigen Erprobungsphase. Es wurde für den Einsatz im Studium konzipiert, eignet sich aber für alle Phasen der Lehrkräftebildung. Durch die Vielfalt an situativen Faktoren, die auf die Impulsgebung Einfluss nehmen, ist mit der Verbesserung der Impulsgebung eine Reihe von Fähigkeiten verbunden, sodass eine Auseinandersetzung möglichst langfristig angelegt sein sollte. Daher ist mit der Seminarkonzeption der Leitgedanke verknüpft, Lehrpersonen Grundlagen zu vermitteln sowie Denkanstöße zu geben, die sie zur eigenständigen Weiterarbeit an ihrer Impulsgebung befähigen.

Konkret lassen sich die Ziele der Arbeit wie folgt zusammenfassen:

- Theoretische Fundierung der Impulsgebung im Mathematikunterricht zur Gewinnung konkreter Anknüpfungspunkte für die Auseinandersetzung mit dem Gegenstand der Impulsgebung.
- Anwendung der Theorieelemente auf unterrichtspraktische Beispiele und konkrete Fachinhalte zur konstruktiven Prüfung des Gegenstands auf seine Elementarisierbarkeit.
- Konzeption, Erprobung und Evaluation eines Seminars zur Förderung der Impulsgebung sowie Auslösen eines Prozesses des lebenslangen Lernens bei (angehenden) Lehrpersonen mit dem Ziel der Vertiefung von Lehr-Lern-Prozessen.

1.2 Methodik

Die Methodik der vorliegenden Arbeit orientiert sich an der Methodik des Lehr- und Forschungsgebiets der Mathematikdidaktik an der RWTH Aachen (s. Anhang A), die auf dem entwicklungstheoretischen Ansatz im Sinne einer *design science* nach Wittmann (1998, S. 334) beruht. Im Folgenden werden die Ideen Wittmanns grob umrissen, bevor im Detail auf das Vorgehen in der vorliegenden Arbeit eingegangen wird.

Für Wittmann (1998, S. 332) besteht die Hauptaufgabe der Mathematikdidaktik in der „Konstruktion und Erforschung von geeigneten Lernumgebungen für das Lernen der Mathematik im Unterricht“. Dabei besteht der Kern zum einen aus der Bildung von tragfähigen Theoriegerüsten und zum anderen aus der Konstruktion von Unterrichtskonzepten sowie deren empirischen Untersuchung (Wittmann 1998, S. 332). Zugleich sieht er eine Mathematikdidaktik, die auf konstruktive Vorschläge für die

Unterrichtspraxis ausgerichtet ist, als einzigen Weg praxisorientierter Bildung von Mathematiklehrkräften. Das Ziel mathematikdidaktischer Forschung und Entwicklung liegt demnach in der Verbesserung des Unterrichts und damit der Unterstützung der Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern, weshalb der Lehrberuf als Hauptbezugspunkt gewählt werden sollte (Wittmann 1998, S. 341).

Die vorliegende Arbeit strebt den Kern mathematikdidaktischer Forschung nach Wittmann an, indem sie die Impulsgebung als Kernpraktik von Lehrenden theoretisch fundiert und ein Seminar als konstruktiven Vorschlag zur Verbesserung der Impulsgebung anbietet. Da sich das Seminar an (angehende) Lehrpersonen richtet, wird mit der Arbeit eine *auf das Lehren fokussierte Perspektive* eingenommen (Rolfes et al. 2023, S. 719). Mit der Förderung der Impulsgebung von Lehrpersonen sollen indirekt auch die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler unterstützt werden, sodass hier auch das Ziel mathematikdidaktischer Forschung und Entwicklung nach Wittmann angestrebt wird.

Mit der Methodik, wie sie sich in der Aachener Mathematikdidaktik unter Johanna Heitzer (s. Anhang A) etabliert hat, wird das Ziel verfolgt, mathematische oder mathematikdidaktische Lehr-Lern-Prozesse durch die Konzeption und Erprobung von Materialien zu unterstützen. Entsprechend des Paradigma der Mathematikdidaktik als *Design-Based Research* liegt der Schwerpunkt der Arbeit auf der direkten Anwendbarkeit mathematikdidaktischen Wissens (Vollstedt et al. 2015, S. 574). In Abb. 1.3 wird dargestellt, wie sich die Methodik in der vorliegenden Arbeit manifestiert.

Die Motivation für die vorliegende Arbeit spiegelt sich in der Erfassung des Bedarfs zur Auseinandersetzung mit dem Gegenstand der Impulsgebung wider. Aus dem Bedarf resultieren die übergeordneten Ziele. Um die Ziele zu erreichen, stützt sich die Arbeit auf Elemente der (Mathematik-)didaktik, hier vor allem auf das Konzept des Dialogischen Lernens sowie stoffdidaktische Analysen zu konkreten Fachinhalten.

Als Kern ist der schwarz umrandete Bereich in der Mitte der Abbildung zu sehen. Mit dem Ziel, anhand der Arbeit die Impulsgebung im Mathematikunterricht als wichtiges Stück Mathematikdidaktik näher auszuleuchten, wird der Gegenstand der Impulsgebung auf seine Relevanz, Reduzierbarkeit und Vermittelbarkeit hin untersucht. Dabei sind die folgenden Forschungsfragen leitend:

1. **Relevanz**: Welchen Einfluss haben Impulse von Lehrpersonen auf die Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern? Wie wichtig ist eine gute Impulsgebung in Bezug auf den Unterrichtserfolg?
2. **Reduzierbarkeit**: Welche Ziele sollten bei der Auseinandersetzung mit der Impulsgebung verfolgt werden? Welche Voraussetzungen müssen geschaffen werden, um die Impulsgebung von Lehrpersonen zu verbessern?

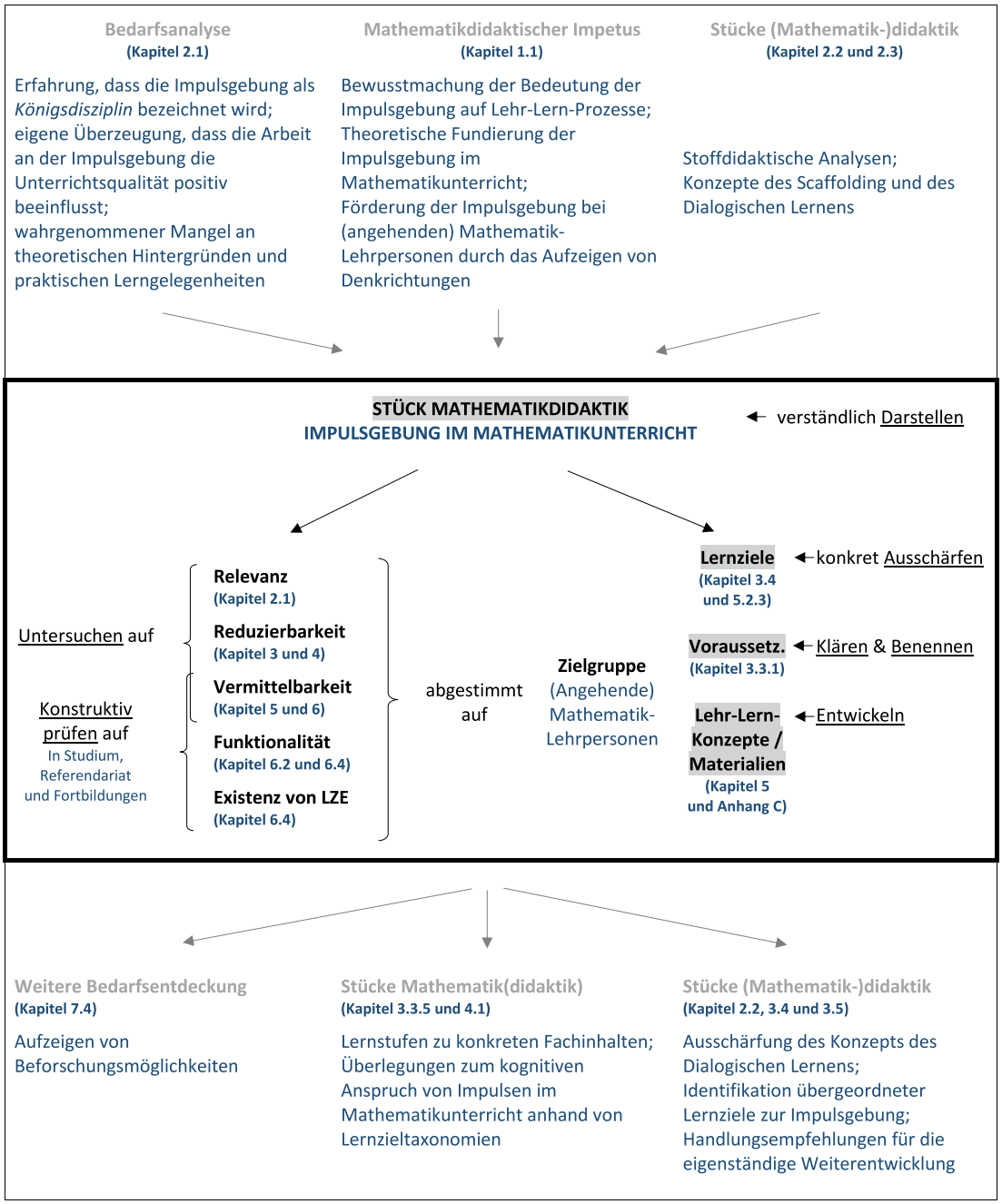


Abb. 1.3: Methodisches Vorgehen in dieser Arbeit (Rahmung aufbauend auf Heitzer 2020, Anhang A)

3. **Vermittelbarkeit**: Wie lassen sich Lehrpersonen für die Auseinandersetzung mit der eigenen Impulsgebung motivieren? Welche Maßnahmen können Lehrpersonen bei der Verbesserung ihrer Impulsgebung unterstützen und dabei sowohl kurzfristig Erfolge sichtbar werden lassen als auch langfristiges Lernen initiieren?

Im Rahmen dieser Untersuchung werden die Voraussetzungen zur Verbesserung der Impulsgebung im Mathematikunterricht geklärt und übergeordnete Lernziele formu-

liert. Abgestimmt auf die Zielgruppe der (angehenden) Mathematik-Lehrpersonen werden Materialien entwickelt, die zur Förderung der Impulsgebung beitragen. Diese Entwicklung mündet in der Konzeption eines Seminars, das anschließend erprobt und auf Basis der Erfahrungen weiterentwickelt wird. Neben der Prüfung der Vermittelbarkeit der Inhalte stehen dabei folgende Forschungsfragen im Fokus:

4. **Funktionalität**: Wird durch das Seminar genügend Input gegeben, der zum eigenständigen Weiterlernen befähigt? Sind die entwickelten Materialien verständlich aufbereitet und zeitlich angemessen angelegt? Ist das konzipierte Seminar so aufbereitet, dass es von Dritten gehalten werden kann?
5. **Lernzielerreichung**: Inwiefern ermöglicht die Seminarkonzeption das Erreichen der gesteckten Lernziele? Welche Indizien weisen auf eine Verbesserung der Impulsgebung hin?

In die Weiterentwicklung des Seminars fließen die Erfahrungen aus den Erprobungen, mündliche Rückmeldungen der Teilnehmenden und schriftliche Evaluationsergebnisse ein, sodass der innere Kern der Arbeit in Teilen mehrmals durchlaufen wird. Die in Abb. 1.3 fettgedruckten Bestandteile werden in Teilkapiteln der Arbeit dargelegt. Bei den grau hinterlegten Elementen handelt es sich um konkrete Produkte, die der Zielgruppe zugänglich gemacht werden.

Im Zuge der Arbeit sind über die Bestandteile des Entwicklungsprodukts hinausgehende Produkte entstanden, die im unteren Kasten von Abb. 1.3 aufgeführt sind. So bietet das Konzept des Dialogischen Lernens nicht nur einen Rahmen für die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung, sondern wird durch die Arbeit zugleich selbst in bestimmter Hinsicht weiter ausgeschärft und befördert. Die Formulierung von Lernstufen zu konkreten Fachinhalten liefert eine stoffdidaktische Weiterentwicklung, welche durch die Verknüpfung mit Lernzieltaxonomien und Impulsansätzen außerdem den hohen kognitiven Anspruch des Mathematikunterrichts verdeutlicht.

Insgesamt ergibt sich aus dem beschriebenen Vorgehen der Aufbau der vorliegenden Arbeit. Er ist in Abb. 1.4 dargestellt und besteht im Wesentlichen aus drei Bereichen: Einer theoretischen Ebene, einer praktischen Ebene und einer dazwischen vermittelnden Ebene der Anwendung.

Die theoretische Ebene ist die Fundierung der Impulsgebung im Mathematikunterricht. Sie bildet die inhaltliche Basis für die Konzeption des Seminars. Dabei werden die Konzepte des Scaffolding und des Dialogischen Lernens als Grundlagen herangezogen. Für die theoretische Fundierung wird grundsätzlich eine induktive Herangehensweise verfolgt, wobei auf die Methodik bei wichtigen Teilschritten

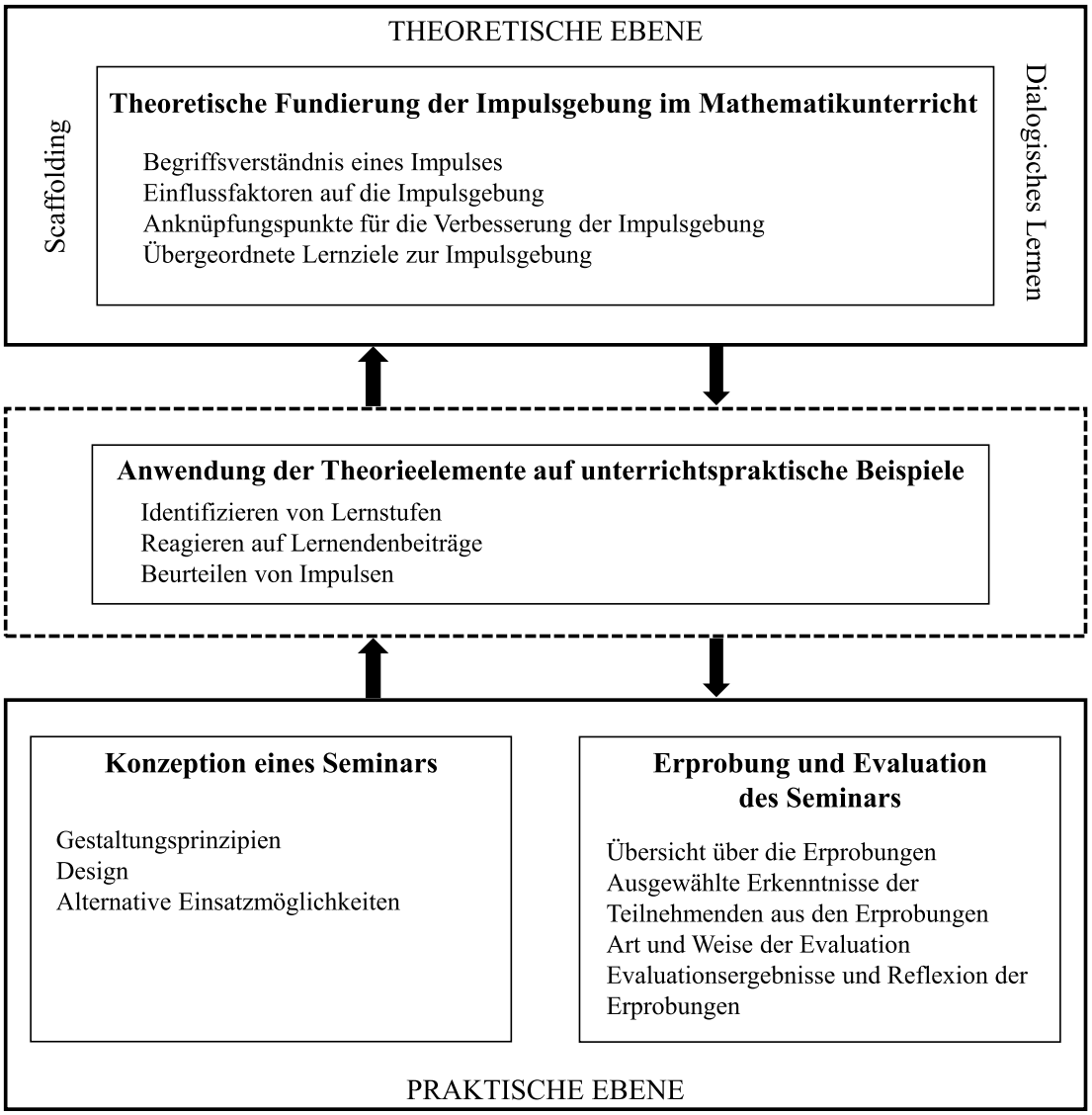


Abb. 1.4: Umsetzung der Methodik in der Arbeit

der Arbeit – etwa der Identifikation von Impulsansätzen – in den entsprechenden Abschnitten noch näher eingegangen wird.

Die praktische Ebene besteht zum einen aus der Seminarkonzeption, für die zahleiche Gestaltunsprinzipien wirksamer Lehrkräftefortbildungen aus der Literatur herangezogen werden. Zum anderen wird das Seminar evaluiert und erprobt, wobei die Ergebnisse zur Weiterentwicklung des Seminars genutzt werden.

Zwischen diesen beiden Ebenen befindet sich die Anwendung der Theorieelemente auf unterrichtspraktische Beispiele. Diese Ebene vermittelt zwischen Theorie und Praxis, indem anhand von konkreten Fachinhalten und unterrichtspraktischen Beispielen erprobt wird, inwiefern sich die Theorieelemente in der Praxis anwenden lassen. Die Beispiele basieren überwiegend auf Aufgaben aus der Literatur, beispielsweise aus Schulbüchern oder mathematikdidaktischen Fachzeitschriften. Aufgrund

der hohen Situativität der Impulsgebung werden sie jedoch in eine konkrete Unterrichtssituation eingebettet. Die situative Einbettung soll dabei helfen, sich in die Rolle der Lehrperson hineinzuversetzen und Denkweisen aus dieser Perspektive heraus nachzuvollziehen.

Die Anwendung dient nicht nur dazu, konkrete Materialien anzubieten und damit die theoretische Ebene für die Praxis zugänglicher zu machen, sondern auch dazu, durch die damit verbundenen Erfahrungen auf der praktischen Ebene die Theorie weiterzuentwickeln.

1.3 Inhaltsübersicht entlang der Kapitel

Die vorliegende Arbeit besteht aus zwei Hauptteilen: Der theoretischen Fundierung des Gegenstands der Impulsgebung einschließlich ihrer Anwendung auf konkrete mathematische Inhaltsfelder und unterrichtspraktische Beispiele (Kapitel 3-4) sowie der Konzeption und Erprobung eines Seminars zur Verbesserung der Impulsgebung von (angehenden) Lehrpersonen (Kapitel 5-6). Diesen voran steht ein Hintergrundkapitel (Kapitel 2), das die für die beiden Hauptteile benötigen Grundlagen schafft.

Kapitel 2 verdeutlicht zunächst allgemein die Relevanz der Auseinandersetzung mit der Impulsgebung in der Lehrkräftebildung. Dabei wird auf die Bedeutung von Impulsen für den Unterricht eingegangen, und es wird der Stand der Forschung beleuchtet (Abschnitt 2.1). Daran anschließend werden mit dem Scaffolding (Abschnitt 2.2) und dem Dialogischen Lernen (Abschnitt 2.3) zwei Konzepte vorgestellt, die für die theoretischen Hintergründe zur Impulsgebung eine wesentliche Rolle spielen. Aus beiden Konzepten lassen sich Ansprüche und Grundsätze für die Impulsgebung ableiten. Das Dialogische Lernen bildet in der vorliegenden Arbeit den Schwerpunkt für die theoretische Fundierung, sodass hierauf ausführlicher eingegangen wird.

Den Impulsen im Mathematikunterricht widmet sich das **Kapitel 3**. Dazu wird zunächst eine Begriffsklärung in Form einer Definition im Rahmen dieser Arbeit vorgenommen (Abschnitt 3.1.1) und der Prozess der Impulsgebung näher beschrieben (Abschnitt 3.1.3). Anschließend werden die Herausforderungen und Chancen der Impulsgebung anhand der von Seiten der Lehrperson benötigten Kompetenzen, der Besonderheiten mathematikspezifischer Impulse, der Eigenschaften von Impulsen sowie der Einflüsse auf die Impulsgebung verdeutlicht. Darüber hinaus werden auf Grundlage von Kapitel 2 Qualitätskriterien von Impulsen abgeleitet, die aufzeigen, welch hohe Ansprüche sich an Impulse stellen lassen. Mit ihnen besteht die Möglichkeit, die Güte eines Impulses zu beurteilen (Abschnitt 3.3.7). Daneben gibt es weitere

Möglichkeiten, Impulse zu klassifizieren. Sie münden in einen Impulskatalog, der zu verschiedenen Tätigkeiten der Lernenden zahlreiche Ansätze für Impulse bereitstellt und mithilfe von Beispielen veranschaulicht. Dieser Katalog soll Lehrpersonen bei der Weiterentwicklung ihrer Impulsgebung ein praktikables Werkzeug an die Hand geben.

In **Kapitel 4** finden die im dritten Kapitel herausgearbeiteten theoretischen Grundlagen anhand von unterrichtspraktischen Beispielen und zu konkreten Fachinhalten ihre Anwendung. Dazu wird zunächst zu beispielhaften Themengebieten eine Differenzierung von Lernstufen vorgenommen (Abschnitt 4.1), die sich als Vorbereitung auf die Impulsgebung empfiehlt. Anschließend wird die eigentliche Impulsgebung in den Fokus gerückt. Hierbei werden Lernstände an Fallbeispielen eingeordnet und Impulse zu unterschiedlichen Lernstufen formuliert (Abschnitt 4.2). Abschließend findet eine Beurteilung von Impulsen mithilfe der im dritten Kapitel differenzierten Qualitätskriterien statt, was als Nachbereitung der Impulsgebung angesehen werden kann (Abschnitt 4.3).

Mit **Kapitel 5** wird der zweite Hauptteil der vorliegenden Arbeit eingeleitet. Für die Konzeption des Seminars werden zunächst Gestaltungsprinzipen forschungsbasiert festgelegt (Abschnitt 5.1). Daraus wird das Design des Seminars entwickelt, wobei die einzelnen Phasen mit ihren Lernzielen beschrieben und die Ziele und Grenzen des Seminars offengelegt werden (Abschnitt 5.2). Da sich das konzipierte Seminar für verschiedene Einsatzmöglichkeiten eignet, werden außerdem Alternativen erläutert (Abschnitt 5.3).

In **Kapitel 6** werden die Erprobung und die Evaluation der Seminarkonzeption dargestellt. Es werden ausgewählte Erkenntnisse der Teilnehmenden aus den Erprobungen eingebunden, die nicht Teil der Evaluation waren, aber interessante Einblicke in die Lernprozesse der Teilnehmenden erlauben (Abschnitt 6.2). Anschließend wird die Evaluation vorgestellt, wobei zwischen Teilnehmenden und Erprobenden unterschieden wird, da das Seminar im Sinne der Triangulation neben der Autorin auch von anderen in der Lehrkräftebildung tätigen Personen erprobt wurde (Abschnitt 6.3). Die zusammenfassende Auswertung der Evaluationen bildet den inhaltlichen Abschluss der vorliegenden Arbeit.

Kapitel 7 bietet einen Rückblick auf die Ergebnisse der Arbeit. Außerdem werden die Stärken und Grenzen der Arbeit reflektiert. Ein Ausblick auf mögliche Anknüpfungspunkte mit einem persönlichen Fazit bildet den Abschluss der Arbeit.

1.4 Zielgruppen und Leseempfehlung

Die primäre Zielgruppe der vorliegenden Arbeit bilden Personen, die in der Lehrkräftebildung tätig sind und sich für eine Auseinandersetzung mit der Impulsgebung im Mathematikunterricht für ihr Seminar interessieren. Daneben gehören weitere Personen zum Adressatenkreis, etwa (angehende) Lehrpersonen. Je nach Adressatenkreis werden unterschiedliche Leseempfehlungen ausgesprochen:

- *In der Lehrkräftebildung Tätige*: Grundsätzlich wird die vollständige Lektüre nahegelegt. Für Personen, die ausschließlich die Materialien einsetzen und dabei unabhängig von der Seminarkonzeption vorgehen möchten, ist eine Einschränkung auf die Kapitel 3 und 4 sowie den Materialanhang C möglich. Einen detaillierteren Einblick in den Aufbau und die Hintergründe des Seminars bietet Abschnitt 5.2. Wenn Interesse an einer für die eigenen Zwecke individuellen Anpassung oder einer Weiterentwicklung der Seminarkonzeption besteht, wird zusätzlich die Lektüre der Abschnitte 5.3 bzw. 6.4 empfohlen.
- *(Angehende) Lehrpersonen*: Empfohlen wird die Lektüre der Kapitel 3 und 4 sowie die Auseinandersetzung mit den Materialien im Anhang C. Als Schwerpunkte sind dabei die Abschnitte 3.1, 3.3, 4.1 und 4.2 sinnvoll. Falls die Konzepte des Scaffolding und des Dialogischen Lernens nicht bekannt sind, empfiehlt sich darüber hinaus die Lektüre der Abschnitte 2.2 und 2.3. Bei einer aktuellen oder bereits durchgeführten Bearbeitung von Materialien aus Anhang C könnten außerdem die Erfahrungen anderer Lehrpersonen interessant sein, die in Abschnitt 6.2 aufgeführt werden.
- *Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker mit Interesse an der Impulsgebung im Mathematikunterricht*: Es bietet sich die Lektüre der Kapitel 3 und 4 an. Bei einer Schwerpunktsetzung auf die stoffdidaktischen Hintergründe zur Impulsgebung sei insbesondere auf Abschnitt 4.1 verwiesen. Abschnitt 4.2.1 beleuchtet zusätzlich diagnostische Aspekte. Als verwandtes Gebiet ist außerdem die kognitive Aktivierung zu nennen. In diesem Zusammenhang könnten Abschnitt 3.3 und Abschnitt 3.3.6 von höherem Interesse sein. Die Abschnitte 2.2.4 und 2.3.5 leisten eine Zusammenfassung der für die Impulsgebung wichtigsten Aspekte der Konzepte des Scaffolding und des Dialogischen Lernens.

Hintergründe 2

Mit diesem Kapitel werden die Grundlagen für eine Auseinandersetzung mit der Impulsgebung in der Lehrkräftebildung geschaffen. Dies beinhaltet zum einen die Erläuterung des Bedarfs einer solchen und zum anderen die Vorstellung von fächerübergreifenden Lehrkonzepten, auf die später in der theoretischen Fundierung der Impulsgebung zurückgegriffen wird.

In Abschnitt 2.1 wird die generelle Bedeutung von Impulsen für den Unterricht geschildert, bevor ein Überblick über den aktuellen Forschungsstand gegeben wird.

Das Konzept des Scaffolding wird in Abschnitt 2.2 skizziert. Es handelt sich dabei um ein integratives Konzept, in dem durch temporäre Unterstützung die Selbstständigkeit und das Verständnis von Lernenden gefördert werden und das dabei verwandte Themen wie Adaptivität und dialogisches Unterrichten vereint. In dieser Arbeit wird es als Hintergrund genutzt, um den Impulsbegriff näher auszuschärfen und die Ansprüche an die Impulsgebung zu verdeutlichen.

Abschnitt 2.3 beschreibt das Konzept des Dialogischen Lernens nach Urs Ruf und Peter Gallin (1998). Es betont die Bedeutung von Kommunikation und Interaktion im Lernprozess und versteht Unterricht als gemeinsames Aushandeln von Wissen im Austausch zwischen Lehrenden und Lernenden. Darüber hinaus bietet es das Potenzial, dem Konzept des Scaffolding in der Umsetzung zu mehr Produktivität zu verhelfen (Bakker et al. 2015, S. 1047). Diese Arbeit nutzt das Konzept zur theoretischen Fundierung der Impulsgebung insgesamt, sodass es sich an zahlreichen Stellen widerspiegelt.

2.1 Zur Bedeutung des Themas in der Lehrkräftebildung

Im Folgenden wird generell und fachübergreifend beschrieben, weshalb eine Auseinandersetzung mit der Impulsgebung in der Lehrkräftebildung sinnvoll erscheint. Dazu wird der Einfluss von Impulsen auf den Unterricht verdeutlicht. Darüber hinaus wurde im Rahmen dieser Arbeit konkret und fachspezifisch untersucht, welcher Bedarf der Auseinandersetzung bei angehenden Mathematiklehrpersonen aus der

Umgebung der RWTH Aachen identifiziert werden kann. Die Ergebnisse werden hier nicht näher vorgestellt, sondern für die Gesamtauswertung sei auf den Anhang verwiesen (s. Anhang B).

Die Impulse einer Lehrperson haben entscheidenden Einfluss auf den Unterricht und damit auf den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler. Die Struktur von Unterricht lässt sich in eine *Tiefenstruktur* und eine Oberflächenstruktur untergliedern. Die Merkmale der Oberflächenstruktur können recht unmittelbar beobachtet werden, zu ihnen zählen zum Beispiel der Medieneinsatz oder die Wahl von Methoden und Sozialformen. Die Merkmale der Tiefenstruktur müssen eher indirekt erschlossen werden und umfassen zum Beispiel die inhaltliche Klarheit oder die Unterstützung durch die Lehrperson. Die Impulsgebung kann im Bereich der Tiefenstruktur verortet werden. Die Merkmale der Tiefenstruktur „erfassen die Qualität der Interaktionen zwischen Lehrperson sowie Schülerinnen und Schülern und beziehen sich auf die Tiefe der Auseinandersetzung der Lernenden mit dem Unterrichtsinhalt […]“ (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 30). Im Gegensatz zu den Oberflächenmerkmalen wirken die Tiefenmerkmale deutlicher auf die kognitive und motivationale Entwicklung der Lernenden ein (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 30). Als Kernpraktiken bezeichnen Lipowsky und Rzejak (2021, S. 37) Handlungen von Lehrpersonen, die in jeder Unterrichtseinheit gefordert werden und die das Lernen der Schülerinnen und Schüler maßgeblich beeinflussen. Dazu zählen sie unter anderem das Erklären von Sachverhalten, das Führen von Unterrichtsgesprächen und das Stellen von Fragen. Das Setzen von Impulsen, dem das Stellen von Fragen zugeordnet werden kann, stellt also eine Kernpraktik von Lehrpersonen dar. Die Kernpraktik der Impulsgebung bezieht sich wiederum auf Tiefenmerkmale wie die kognitive Aktivierung, sodass sich ihre Auswirkungen auf der Ebene der Tiefenstruktur in der Regel nicht direkt beobachten lassen.

Für das Gelingen von Unterricht ist die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden entscheidend. Dabei bedingen sich das Verhalten der Lehrperson und das der Schülerinnen und Schüler gegenseitig (Lotz und Lipowsky 2015, S. 107). Erath (2017, S. 2) stellt fest, dass Studien zum Mathematikunterricht die hohe Bedeutung des Unterrichtsgesprächs für das fachliche Lernen bestätigen. Das Lehren und Lernen ist auf Kommunikation angewiesen und entfaltet sich dabei insbesondere im gemeinsamen Austausch über die Inhalte. Hierbei wird oft die Bedeutung von Impulsen unterschätzt, mit denen das Lernen vorangetrieben werden kann (De Boer und Bonanati 2015, S. 8 f.).

Wenn sich Studien mit der Sprache im Mathematikunterricht auseinandersetzen, so richtet sich der Blick zumeist auf die Fähigkeiten der Lernenden. Es soll beispiels-

weise herausgefunden werden, wie der Ausbau von Fachsprache mithilfe von Scaffolding-Prozessen unterstützt werden kann (De Boer 2015, S. 23 f.). Auch wenn die Untersuchungen zeigen, dass passende Impulse der Lehrperson den Lernerfolg maßgeblich unterstützen können (De Boer 2015, S. 23 f.), rückt die Kompetenz der Lehrpersonen dagegen seltener in den Fokus. In Anbetracht dessen, dass z. B. die Qualität von Fragen der Lehrperson als wesentlich für das wissenschaftliche Begründen im naturwissenschaftlichen Unterricht angesehen wird (De Boer 2015, S. 24), ist dies schwer nachzuvollziehen. Der Zusammenhang zwischen der Sprachkompetenz und den Leistungen der Lernenden scheint für Studien zumeist von größerem Interesse zu sein als der Zusammenhang zwischen der Gesprächskompetenz der Lehrperson und der Qualität des Unterrichts, die sich wiederum auf die Leistungen der Lernenden auswirkt. Eine mit Blick auf die vorliegende Arbeit besonders wertvolle Ausnahme stellt die Arbeit von Wallraf (2021) dar, die sich mit den fachkommunikativen Kompetenzen angehender Mathematiklehrpersonen auseinandersetzt.

Wenn evident ist, dass sprachlich schwache Schüler*innen ihre mathematischen Kompetenzen oft nicht zeigen können, da sie Schwierigkeiten sowohl bei der *Sprachproduktion* als auch bei der *Sprachrezeption* haben (Krosanke 2021, S. 56), dann ist es wohl umso wichtiger, dass Lehrpersonen anhand der sprachlichen Äußerungen der Lernenden Schwierigkeiten erkennen und auf Probleme mit gezielten Impulsen reagieren können. Dies ist jedoch nur möglich, wenn sie die nötigen Kompetenzen mitbringen, die erforderlich sind, um auch bei sprachlichen Schwierigkeiten seitens der Lernenden herauszufinden, bis wohin das Verständnis reicht und mit welchen Anregungen sie es weiterbringen können. De Boer und Bonanati (2015, S. 7) schließen aus dem empirisch belegten Zusammenhang zwischen dem professionellen, kommunikativen Handeln von Lehrpersonen und der Qualität von Lernendenbeiträgen auf die Frage, mit welchen Herausforderungen Lehrpersonen bei der Gestaltung schulischer Gespräche konfrontiert werden. Dazu zählt zum einen die Voraussetzung, dass sie den Lernstand der Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage auch nur weniger Einblicke in deren Lernprozess möglichst genau einschätzen. Zum anderen müssen sie ihre Handlungsoptionen kennen und ihre möglichen Auswirkungen auf den Lernprozess abschätzen, um den Impuls geben zu können, der dem Lernprozess vermutlich am förderlichsten ist. Eine Vielzahl von *Einflussfaktoren* ist dabei zu berücksichtigen (s. Abschnitt 3.2). Wenn nachhaltigeres Lernen zusammen mit einer erhöhten Motivation angestrebt wird, ist es der Unterrichtsforschung zufolge ratsam, Merkmale der Tiefenstruktur von Unterricht in den Blick zu nehmen. Diese Merkmale umfassen neben weiteren auch eine konstruktive Lernunterstützung und die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden (Lipowsky und Rzejak 2019,

S. 24). Der hohe Anspruch dieser Merkmale wird durch viele Studien deutlich: Die Fähigkeit, gute Fragen zu stellen, wurde lange als grundlegend für ein erfolgreiches Unterrichten betrachtet. Allerdings zielt ein sehr großer Anteil (bis zu 93 %) der im Unterricht gestellten Fragen auf Reproduktion und bewegt sich damit auf einer niedrigen Taxonomiestufe (Daines 1986, zitiert nach Kracl 2012, S. 57). Zwar ist die zugehörige Studie verhältnismäßig alt und nicht in Deutschland durchgeführt, aber vor dem Hintergrund sich langsam entwickelnden Unterrichts ist nicht davon auszugehen, dass das Ergebnis heute in Deutschland gänzlich anders aussehen würde. Hinzu kommt, dass Lehrpersonen im Durchschnitt zwei Fragen pro Minute stellen (Lotz und Lipowsky 2015, S. 108 f.). Die Bedeutung von guten Fragen bzw. allgemein von guten Impulsen liegt also auf der Hand. Gleichsam wird die damit verbundene Herausforderung deutlich. Fraivillig et al. (1999, S. 148) stellen fest, dass Lehrpersonen zwar oft das mathematische Denken der Lernenden unterstützen, es aber seltener weiterführen. Dies scheint auch heute noch der Fall zu sein: „Offene und auf Begründungen hinzielende LehrerInnenfragen sind eher seltener Bestandteil des Fachunterrichts der Unter- und Mittelstufe“ (De Boer 2015, S. 21). Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass das Ziel der tieferen Auseinandersetzung mit den Inhalten nicht unbedingt durch die Öffnung von Unterricht zu erreichen ist. Es kann festgestellt werden, dass die Lernenden in offenen und individualisierten Phasen vor allem lernen, sich selbst zu organisieren und ihre Materialien zu verwalten. Wenn Lernbegleitung in dem Sinne missverstanden wird, dass die Selbstregulierung der Lernenden unterstützt wird, aber keine oder zu wenige fachlichen Diskurse mehr stattfinden (De Boer und Bonanati 2015, S. 8), ist das Ziel verfehlt. Die Lernenden verfügen dann über eine Pseudo-Selbstständigkeit, weil sie beispielsweise entscheiden können, in welcher Reihenfolge sie die Aufgaben bearbeiten, aber für die Tiefe der Auseinandersetzung ist damit nichts gewonnen. Lehmann-Rommel (2015, S. 62) spricht von einem Anspruch auf Selbstständigkeit und Selbstorganisation, dem der Sachanspruch weichen muss. Das konstruktivistische Verständnis von Lernen, das ursprünglich dem offenen Unterricht zugrunde gelegt wurde, wird damit untergraben. Offener Unterricht sollte eigentlich die Antwort auf einen Unterricht sein, in dem die Lehrperson klar strukturiertes Wissen in kleinen Lerneinheiten den Lernenden vermittelt. Eine Pseudo-Öffnung führt jedoch genau dazu – die Aufgaben werden enger angeleitet, damit sie selbstständig von den Lernenden bearbeitet werden können. Dies kann auch ein Grund dafür sein, dass das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch weiterhin sehr verbreitet ist (Becker-Mrotzek 2009, S. 105).

Es geht also nicht nur um die (offene, geschlossene, kleinschrittige oder weite) Frage an sich, sondern insbesondere auch um die Rückmeldungen der Lehrperson zu

der Antwort der Lernenden: „Die LehrerInnenrückmeldungen umfassen in der Regel einfache Bestätigungen (87 %) und regen wenig zur selbstständigen Unterstützung des Lernens an“ (12 %) (Kobarg et al. 2009, S. 419, zitiert nach De Boer 2015, S. 21). Im Unterricht ist vielfach das sogenannte *I-R-E-Schema* aufzufinden. Mehan (1979) prägte diesen Begriff und beschreibt damit den Ablauf von Unterrichtsgesprächen mit der Folge Initiation – Reply – Evaluation, also Frage – Antwort – Bewertung (Lotz und Lipowsky 2015, S.107). Die Initiation stellt häufig eine Sachfrage dar, für die eine Kurzantwort ausreicht, und nach der Evaluation kann sich ein neuer Dreischritt anschließen (Brandt 2015, S. 46).

Kritisch ist dieses Muster zu sehen, wenn die Lernenden lediglich die Antwort finden sollen, die der Lehrperson im Kopf schwebt. In einer Studie von Richert (2005) entsprachen 45 % der Interaktionssequenzen im Mathematikunterricht dem I-R-E-Muster (De Boer 2015, S. 28). In anderen Fächern war dieser Anteil sogar noch deutlich höher. Insgesamt steht das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch in engem Zusammenhang mit dem I-R-E-Muster und es besteht die Gefahr, dass sich die Fragen der Lehrpersonen auf Reproduktion beschränken (De Boer 2015, S. 31). Lehmann-Rommel (2015, S. 68) betont, dass ein zweiwertiges Denkmuster nach richtig-falsch, wie es oft beim I-R-E-Muster zu beobachten ist, Befangenheit im Denken verursacht, da die Lernenden stets darauf bedacht sind, keine Fehler zu machen. Stattdessen sollten Fehler als wichtige Informationsquelle und als Anlass zur eigenständigen Reflexion genutzt werden. Was gute Interaktionen bzw. gute Impulse ausmachen, ist sicherlich schwer zu sagen (s. Abschnitt 3.3.7). Die Idealvorstellung von Dewey (1910/1992) hierzu ist,

> dass Klassen zu Zentren lebendiger Diskurse über bedeutende intellektuelle Angelegenheiten würden. Aufgabe der Lehrenden sei es, Diskurse anzuregen, die es Schülern erlauben, im dialogischen Prozess Ideen zu entwickeln und sie experimentell zu prüfen. ‚Learning by doing‘ hat für Dewey die Bedeutung eines aktiven Umgehens mit Zeichen und deren Weiterentwicklung im Erfahrungsbezug (Lehmann-Rommel 2015, S. 62).

Es gibt jedoch wenige Hinweise dazu, wie sich diese Diskurse anregen lassen. Es herrscht Uneinigkeit darüber, wie sich das mathematische Denken am besten fördern lässt (Fraivillig et al. 1999, S. 148 f.). Damit einher geht, dass erst recht noch nicht hinreichend geklärt ist, welche Handlungsmöglichkeiten der Lehrperson geeignet sind, um in einem selbstständigkeitsorientierten Unterricht das mathematische Denken der Lernenden zu fördern, ohne die Selbststeuerung zu sehr zu betonen (Leiss 2007 und Krammer 2009, zitiert nach Link 2011, S. 65). Einigkeit besteht allerdings darin,

dass die kognitive Aktivierung eine wichtige Rolle dabei spielt. Einfacher wird es dadurch allerdings nicht, denn Studien zufolge stellt die kognitive Aktivierung Lehrkräfte vielfach vor größere Probleme als z. B. eine effektive Klassenführung (Lotz und Lipowsky 2015, S. 106). Fragen bzw. Impulse werden von Lotz und Lipowsky (2015, S. 108) als didaktisches Mittel und als wichtige Maßnahme zur kognitiven Aktivierung angesehen. Umso erstaunlicher ist es, dass hierzu noch verhältnismäßig wenig Forschung betrieben wurde. Bisher wurde in den meisten Arbeiten, die sich mit Sprache im Mathematikunterricht befassen, untersucht, wie sich die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler verbessern lassen. Es ging jedoch weniger darum, wie die Kompetenzen der Lehrkräfte verbessert werden können, um die Lernenden in ihrem Lernprozess zu unterstützen. Und wenn es um eine Verbesserung der Kompetenzen von Lehrkräften ging, so handelte es sich meist um solche, die eng mit den Kompetenzen der Lernenden verknüpft sind, wie das Erklären (z. B. Erath 2017) oder das *sprachsensible Unterrichten* (z. B. Leisen 2017). Wenn geklärt ist, was förderlich für den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler ist, bedeutet das jedoch nicht, dass Lehrkräfte dies auch sofort in ihrem Unterricht umsetzen können und erst recht bedeutet es nicht, dass sie alle ihre Handlungsoptionen kennen und sich reflektiert für eine entscheiden können. Die Fragen und Impulse, die Watson und Mason (1998) zur Förderung des mathematischen Denkens anführen, bieten hierfür jedoch eine gute Grundlage. Zu Beginn der vorliegenden Arbeit waren keine konkreten Vorschläge zur Entwicklung und Verbesserung der Impulsgebung bei (angehenden) Mathematiklehrkräften bekannt. Die vorliegende Arbeit möchte diesem Desiderat nachkommen.

2.2 Das Konzept des Scaffolding

In diesem Abschnitt wird das Konzept des *Scaffolding* vorgestellt. Dazu wird zuerst eine Begriffsklärung vorgenommen, in der wichtige Hintergründe des Konzepts erläutert werden (Abschnitt 2.2.1). Im Anschluss daran wird der Zusammenhang mit der Zone der nächsten Entwicklung nach Vygotsky dargestellt, die den Kern des Scaffolding verdeutlicht (Abschnitt 2.2.2). Auf dieser Grundlage wird die Umsetzung von Scaffolding im Unterricht beschrieben. Hierbei wird insbesondere auf Voraussetzungen und konkrete Maßnahmen der Unterstützung eingegangen (Abschnitt 2.2.3). Abschließend werden die Verbindungen zwischen dem Scaffolding und der Impulsgebung identifiziert (s. Abschnitt 2.2.4).

2.2.1 Begriffsklärung

Das Konzept des *Scaffolding* stammt aus der Erstspracherwerbsforschung und meint im ursprünglichen Sinn eine sprachliche Unterstützung, die eine erwachsene Person einem Kind in einer Interaktion zwischen den beiden anbietet (Kniffka 2012, S. 213). Der Begriff (engl. „Baugerüst“) geht auf Bruner (1976) zurück und nutzt das Bereitstellen eines Gerüstes als Metapher für eine Hilfestellung. Dabei können aus dem Quellbereich des Baugerüsts folgende Deutungen in den Zielbereich der Hilfestellung übertragen werden (Mietzel 2017, S. 171):

Das Gerüst…

- bietet Unterstützung beim Bau eines Gebäudes.
- dient den Arbeitenden als Werkzeug.
- erweitert die Reichweite.
- ermöglicht die Verrichtung von Arbeiten, die sonst nicht ausführbar gewesen wären.
- wird nur dann aufgebaut, wenn es wirklich benötigt wird.

Darüber hinaus wird das Gerüst entfernt, sobald es nicht mehr gebraucht wird (Bakker et al. 2015, S. 1048). Nach dem ursprünglichen Verständnis ist das Kind in diesem Fall in der Lage, die sprachlichen Handlungen selbstständig durchzuführen, sodass die erwachsene Person von der Hilfestellung absehen kann. Dies wird bei Bruner (1976) auch als „Übergabe“-Prinzip bezeichnet (Kniffka 2012, S. 213). Diese Vorstellung lässt sich auf Lernprozesse wie folgt übertragen:

Die Hilfestellung…

- bietet Unterstützung im Lernprozess.
- wird von den Lernenden genutzt.
- eröffnet neue Denkrichtungen oder vertieft die vorhandenen.
- ermöglicht das Vordringend in Inhalte, die sonst nicht entdeckt worden wären.
- wird nur dann gegeben, wenn die Lernenden sie wirklich benötigen.
- kann entfernt werden, sobald die Lernenden auch ohne sie zurechtkommen.

Zusammengefasst nehmen Wood et al. (1976, S. 90) folgende Begriffsbestimmung vor:

> [S]caffolding […] enables a child or novice to solve a problem, carry out a task or achieve a goal which would be beyond his unassisted efforts. This scaffolding consists essentially of the adult „controlling“ those elements of the task that are initially beyond the learner's capacity, thus permitting him to concentrate upon and complete only those elements that are within his range of competence.

Collins et al. (1988) haben ein Modell des *Cognitive Apprenticeship* aufgestellt, das den Erwerb komplexer kognitiver Fähigkeiten beschreibt. Darin wird das Konzept des Scaffolding als eine Instruktionsstrategie aufgefasst, bei der die Lehrperson gemeinsam mit den Lernenden Probleme löst und nur minimale Hilfen einbringt, damit die Lernenden eigenständig weiterarbeiten können (Ufer et al. 2023, S. 479). Das Prinzip der minimalen Hilfestellung kann auch über die Metapher des Baugerüsts veranschaulicht werden: Das Gerüst wird nur so hoch gebaut, wie es auch benötigt wird.

Mithilfe des Scaffolding ist es möglich, dass die Lernenden sich neue Inhalte erarbeiten oder diese tiefer durchdringen, als sie ohne Unterstützung dazu in der Lage wären. Bezogen auf die Erstspracherwerbsforschung befähigt das Konzept die Lernenden, sprachliche Handlungen selbstständig durchzuführen. Übertragen auf fachliche Inhalte bedeutet dies eine Übertragung auf ähnliche Problemstellungen. Das Konzept ist damit auch zukunftsorientiert, da es die zukünftige Selbstständigkeit der Lernenden zum Ziel hat (Kniffka 2012, S. 214).

Scaffolding erinnert in Teilen auch an *formatives Assessment*, bei dem die Lernenden während des Lernprozesses individuelles Feedback bekommen, um sie gezielt zu fördern. Bei beiden Konzepten wird außerdem das Vorwissen der Lernenden bzw. ihr jeweiliger Stand im Lernprozess berücksichtigt. Allerdings muss unterschieden werden zwischen Interventionen, die bewerten, und Interventionen, die unterstützen (Bakker et al. 2015, S. 1061). Die Hauptfunktion des Scaffolding ist nicht das Schaffen von Bewertungsmöglichkeiten, sondern das Unterstützen des eigenständigen Erarbeitens von Lösungen.

Der Begriff des Scaffolding wird inzwischen nicht mehr nur in seinem ursprünglichen Sinn verwendet, sondern verzeichnet eine sehr breite Anwendung. Mit Scaffolding wird sowohl der Prozess der temporären Unterstützung beschrieben als auch die vielfältigen Werkzeuge, die zur Unterstützung eingesetzt werden. Um diese beiden Bedeutungen klarer voneinander zu trennen, wird häufig der Begriff *Scaffolds* für die Werkzeuge benutzt (Puntambekar 2022, S. 452 ff.).

Darüber hinaus wird zwischen dem *social Scaffolding* und dem *analytic Scaffolding* unterschieden. Während sich das social Scaffolding auf Unterstützungen sozialer Normen innerhalb einer Lerngruppe bezieht, nimmt das analytic Scaffolding die (mathematischen) Inhalte in den Fokus der Unterstützung (Bakker et al. 2015, S. 1049).

Eine weitere Unterscheidung wird zwischen *hard Scaffolds* und *soft Scaffolds* vorgenommen (Brush und Saye 2002, S. 2). Dabei sind harte Scaffolds statisch und können bereits im Vorfeld auf der Grundlage typischer Lernendenvorstellungen überlegt und geplant werden. Oft werden sie den Lernenden zu Beginn des Lernprozesses an die

Hand gegeben, sodass sie sie bei Bedarf jederzeit heranziehen können. Hierbei sind auch digitale Varianten in Form von Multimedia-Software möglich. Weiche Scaffolds hingegen sind dynamisch und situationsspezifisch. Sie werden durch die Lehrperson oder die Mitlernenden bereitgestellt. Diese Art der Unterstützung wird „on-the-fly“ (Brush und Saye 2002, S. 2) bereitgestellt, indem die Lehrperson die Lernenden während des Lernprozesses begleitet und bei Bedarf spontan eingreift, um zu unterstützen.

Den meisten Begriffsverwendungen ist jedoch gleich, dass sie eine Brücke zur soziokulturellen Theorie Vygotskys schlagen, weshalb diese im nächsten Abschnitt skizziert wird.

2.2.2 Zusammenhang mit Vygotskys Zone der nächsten Entwicklung

In der soziokulturellen Theorie Vygotskys (1978) werden Entwicklung und Lernen in einer Wechselbeziehung zwischen dem Individuum, dem Zwischenmenschlichen und dem kulturellen Kontext betrachtet (Puntambekar 2022, S. 452). Dabei durchläuft das Individuum die kulturelle Entwicklung auf zwei Ebenen: Zuerst auf der sozialen Ebene im Austausch mit anderen (interpsychologisch) und dann auf der individuellen Ebene innerhalb des Individuums (intrapsychologisch) (Vygotksky 1978, S. 57). Grundsätzlich ähnelt diese Idee dem Ansatz des Dialogischen Lernens, bei dem der Dialog zwischen Lehrperson und Lernenden zu einem Dialog zwischen Lernenden und Inhalten führt (s. Abschnitt 2.3.1). Wegerif (2013, S. 59) beschreibt Vygotskys Konzept sogar als erste Anwendung eines dialogischen Verständnisses von Bildung und bezieht sich dabei auf die Zone der nächsten Entwicklung. Es handelt sich dabei um den Bereich zwischen dem aktuellen und dem potenziellen Entwicklungsniveau eines Individuums. Das aktuelle Entwicklungsniveau wird durch das eigenständige Problemlöseverhalten des Individuums bestimmt, das potenzielle Entwicklungsniveau zeigt sich durch das Problemlöseverhalten unter Hilfestellung einer anderen, befähigten Person (Mietzel 2017, S. 168). Vygotksky (1978, S. 86) beschreibt dieses Konzept wie folgt:

> [The Zone of Proximal Development] is the distance between the actual developmental level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers.

Die Verbindung zwischen dem Scaffolding und dem Lernen innerhalb der Zone der nächsten Entwicklung liegt also darin, dass bei beidem das Lernen als ein Prozess sozialer Interaktionen verstanden wird, bis die Lernenden in der Lage sind, selbst-

ständig zu agieren (Puntambekar 2022, S. 455). Diese beiden Theorieelemente in der Lehrpraxis zu vereinen wird zum Teil sogar als Kennzeichen guten Unterrichtens bezeichnet: „Responsive, personalized scaffolding within each student's ZPD is effective for learning and is often recognized as a mark of excellent teaching" (Puntambekar 2022, S. 458).

Um die Lernenden zum Erreichen der nächsten Stufe zu führen, muss die Lehrperson in der Lage sein, den individuellen Lernstand der Lernenden einzuschätzen. Die diagnostischen Kompetenzen einer Lehrperson sind daher Grundvoraussetzung dafür, dass die Lehrperson im Sinne des Scaffolding unterstützen kann (Pol et al. 2012, S. 195).[3]

Neben der Stufe der nächsten Entwicklung kann auch von einer *Stufe der nächsten Instruktion* gesprochen werden. Wood et al. (1976, S. 98) identifizieren sechs Formen der Unterstützung, die je nach individuellem Stand der Lernenden aufgegriffen werden. Auf der niedrigsten Stufe wird das Interesse für die Inhalte geweckt, sodass den Lernenden noch viele Lernwege offenstehen. Mit Erhöhung der Stufe wird eine Reduzierung der Freiheitsgrade vorgenommen, bis schließlich auf der höchsten Stufe die Inhalte vorgeführt werden. Je nach Lernstand sollte die Lehrperson eine passende Stufe wählen bzw. ihren Instruktionsgrad während der Interaktion mit den Lernenden in Abhängigkeit von deren Reaktionen individuell anpassen (Wood et al. 1976, S. 92). Anzustreben ist ein möglichst niedriger Instruktionsgrad, damit die Lernenden in der Lage sind, den spezifischen Lernprozess zu abstrahieren und auf andere Situationen zu übertragen (Puntambekar 2022, S. 452).

2.2.3 Umsetzung von Scaffolding im Unterricht

Um einen Unterricht nach dem Konzept des Scaffolding zu konzipieren, muss die Lehrperson neben einem tiefen fachlichen Wissen auch über Kenntnisse in der Sprachwissenschaft verfügen (Kniffka 2012, S. 221). Diese Forderung kommt erneut aus der Erstspracherwerbsforschung und bezieht sich vor allem auf die Fachsprache und Deutsch als Zweitsprache. Sie lässt sich jedoch auch mit gewissen Einschränkungen auf den regulären Fachunterricht beziehen: Kommunikative Kompetenzen der Lehrperson sind in zwei Richtungen gefordert. Zum einen muss die Lehrperson aus den sprachlichen Handlungen der Lernenden deren individuellen Lernstand ableiten. Zum anderen muss sie ihre eigenen sprachlichen Handlungen so anpassen, dass

[3] Pol et al. (2012) haben ein Fortbildungsprogramm entwickelt, das Lehrpersonen beim Unterrichten nach dem Konzept des Scaffolding unterstützen soll. Es beruht auf dem Modell des kontingenten Lehrens, das drei Schritte umfasst: 1. Diagnostische Strategien, 2. Überprüfung der Diagnose, 3. Interventionsstrategien. Die diagnostischen Fähigkeiten von Lehrpersonen sind demnach essenziell für adaptierte Unterstützung.

sie dem individuellen Stand der Lernenden entsprechen. Für das Ableiten des individuellen Lernstands benötigt die Lehrperson außerdem die bereits angesprochenen Diagnosefähigkeiten. Sie werden als essenziell für das Scaffolding beschrieben (Smit et al. 2013, S. 821). Als entscheidende Voraussetzung für eine angemessene Diagnostik wiederum kann das Bewusstsein der Lehrperson für die Relevanz von Sprache für das Mathematiklernen identifiziert werden (Bakker et al. 2015, S. 1050) sowie das Wissen über die Ansprüche der gestellten Aufgabe, über die dahinterliegenden Teilziele und die Übersicht über die Veränderungen in den Fähigkeiten der Lernenden während des Lernprozesses (Puntambekar 2022, S. 96). Dafür ist es hilfreich, wenn die Lehrperson in ihrem Handeln stets die Perspektive der Lernenden berücksichtigt und mögliche Unterschiede in den Sichtweisen als Raum für gemeinsame Bedeutungsaushandlungen sieht (Bakker et al. 2015, S. 1057).

Insgesamt ist zu beachten, dass ein Unterrichten nach dem Konzept des Scaffolding deutlich mehr Zeit in Anspruch nimmt (Kniffka 2012, S. 221). Im Gegenzug jedoch können mit dem Konzept positive Einflüsse auf die Leistungen von Lernenden verzeichnet werden:

> Metaanalysen zeigen für den MINT-Bereich relativ konsistent über verschiedene Lernerfolgsmaße und Kontextmerkmale hinweg moderate bis große Effekte von Scaffolding auf die Leistung von Lernenden (Ufer et al. 2023, S. 480).

Damit diese positiven Effekte erreicht werden, ist ein zielgerichtetes Vorgehen nach dem Konzept des Scaffolding sinnvoll. Pol et al. (2010, S. 274 f.) haben in einer Review-Studie drei Schlüsselmerkmale von Scaffolding herausgearbeitet, die das Vorgehen beim Scaffolding verdeutlichen: *Contingency* (oder auch *responsiveness*), *fading* und *transfer of responsability* (oder auch *handover to independence*).

Kontingenz kann mit Adaptivität verglichen werden, wobei beim Scaffolding stärker der langfristige Prozess mit dem Ziel der Unabhängigkeit der Lernenden fokussiert wird (Bakker et al. 2015, S. 1061). Mit Kontingenz wird die individuelle Anpassung der Unterstützung an die Lernenden in Abhängigkeit von ihrer Leistungsfähigkeit und -bereitschaft beschrieben. Sie wird auch als Herzstück des Scaffolding bezeichnet (Smit et al. 2013, S. 821). Dabei sind diagnostische Strategien ein wichtiges Mittel zum Erreichen von Kontingenz.

Mit Abbau ist der schrittweise Rückzug der Hilfestellung gemeint. Dies lässt sich erneut mit der Metapher des Gerüstbaus veranschaulichen: Wenn die Hilfen nicht mehr benötigt werden, wird das unterstützende Gerüst abgebaut. Die Lernenden sind dann mehr und mehr in der Lage, eigenständig zu Lösungen vorzudringen.

Dies spiegelt sich in der Übergabe von Verantwortung wider (Bakker et al. 2015, S. 1050). Mit Scaffolding wird also nicht das Ziel unterstützt, eine möglichst schnelle Bearbeitung der Aufgaben zu ermöglichen, sondern die Lernenden sollen sich in ein lernförderliches „Ringen“ mit der Aufgabe begeben (Ufer et al. 2023, S. 480).

Um dieses produktive Ringen zu ermöglichen, stehen der Lehrperson verschiedene Möglichkeiten offen, Hilfestellungen zu leisten: Durch das Anbieten konkreter Werkzeuge, Materialien oder social Scaffolds, durch einen Wechsel der Sozialformen, durch eine zeitliche Verlängerung der Auseinandersetzung oder durch ein Hineingeben eines Kontextes (Puntambekar 2022, S. 461).

Daneben wird unterschieden, in welcher Weise das Scaffolding Denkprozesse auslöst, wobei Ufer et al. (2023, S. 481) vier Ebenen unterscheiden: Das Scaffolding kann darauf abzielen, die Metakognition und Selbstregulation anzuregen (1), es kann Anregungen zur Strategiewahl geben (2), inhaltliche Hinweise zu möglichen Lösungsschritten bereitstellen (3) oder die motivationale Bereitschaft der Lernenden fördern (4).

Für die Ebenen (1) bis (3) werden im Folgenden ein paar Beispiele aufgeführt, wie konkrete Maßnahmen zur Unterstützung gestaltet werden können. Viele davon haben ihren Ursprung wie das Konzept selbst in der Erstspracherwerbsforschung, lassen sich aber auch auf das fachlichen Lernen übertragen. Die Ebene (4) wird hier nicht explizit angesprochen, kann aber quer zu den anderen Ebenen indirekt mit berücksichtigt werden.

- Verringerung der Aufgabenkomplexität (Rogoff 1990, zitiert nach Mietzel 2017, S. 171), u. a. durch Reduktion der Freiheitsgrade (Wood et al. 1976, S. 98).
- Vorführung einer Musterlösung (Rogoff 1990, zitiert nach Mietzel 2017, S. 171) bzw. Demonstration des Vorgehens (Wood et al. 1976, S. 98).
- Kritisches Rückfragen, aufschlussreiche Hinweise, Vorschläge, vereinfachende Wiederholung, Kommentierung, Ermunterung (Palincsar 1986, zitiert nach Mietzel 2017, S. 171) sowie Hervorheben kritischer Merkmale (Wood et al. 1976, S. 98).
- Hinweis auf andere Darstellungen, die einen anderen Zugang zur Aufgabe ermöglichen (Ufer et al. 2023, S. 481).
- Anbieten von konkreten Materialien oder social Scaffolds (Puntambekar 2022, S. 461).
- Verlangsamung der Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden (Kniffka 2012, S. 218). Der Hintergrund ist hier die Erstspracherwerbsforschung. Doch auch für das fachliche Lernen ist eine Verlangsamung sinnvoll, um den Lernenden genügend Zeit zum Verarbeiten der Inhalte zu geben.

- Einräumen von Zeit zum Planen der Äußerungen (Kniffka 2012, S. 219). Auch diese Maßnahme leitet sich direkt aus den Hintergründen zum Erstspracherwerb ab. Übertragen auf die Hilfestellungen geht es vor allem um die Möglichkeit, die Inhalte zu durchdenken oder das Gesagte inhaltlich zu verstehen.
- Schaffen von zahlreichen Gelegenheiten zum Anwenden der Inhalte (Kniffka 2012, S. 219). Ursprünglich ist die Intention, Gelegenheiten zum Sprechen zu geben. Generell sollten den Lernenden genügend Gelegenheiten geboten werden, die zu lernenden Inhalte anzuwenden.
- Schaffen von authentischen Kommunikationsituationen , in denen „echte" Fragen gestellt werden, deren Beantwortung komplexe Äußerungen erfordern (Kniffka 2012, S. 219). Die Authentizität wirkt motivierend und die Formulierung von „echten" Fragen kognitiv aktivierend (s. Abschnitt 3.3.2.4).
- Inhaltliches Reagieren durch aktives Zuhören. Auch dies sorgt dafür, dass die Interaktion authentischer und die Motivation erhöht wird (Kniffka 2012, S. 219).
- Rekodierung von Lernendenbeiträgen (Kniffka 2012, S. 219). Dies eignet sich zum Beispiel für die Einführung von Fachsprache. Die Lernendenäußerung wird dabei unter Verwendung von Fachbegriffen wiedergegeben.
- Einordnen des individuellen Lernendenbeitrags in größere konzeptuelle Zusammenhänge, um Bezüge zum thematischen Gesamtkontext herzustellen (Kniffka 2012, S. 219).
- Aussagen auf meta-kognitiver Ebene und meta-sprachlicher Ebene verknüpfen und zusammenfassen (Wessel et al. 2018, S. 5).

Die Liste an möglichen Ansätzen für Hilfestellungen ist sicherlich nicht vollständig. Sie bietet hier einen ersten Überblick, der bereits die Vielfalt an Ansätzen aufzeigt. Auch wenn die Lehrperson auf zahlreiche Möglichkeiten der Unterstützung zurückgreifen kann, sei hier auf die Bedingung hingewiesen, dass die Lernenden die Unterstützung auch annehmen (Bakker et al. 2015, S. 1056). Die Lernenden müssen bereit sein, sich auf die Hilfestellungen einzulassen und sie für einen Fortschritt in ihrem Lernprozess zu nutzen, damit das Konzept seine Wirkung entfalten kann. Dies gilt für Lehr-Lern-Prozesse im Allgemeinen.

2.2.4 Verbindungen zur Impulsgebung

In diesem Abschnitt werden die Zusammenhänge zwischen dem Konzept des Scaffolding und der Impulsgebung aufgezeigt. Damit soll verdeutlicht werden, inwiefern das Konzept zur theoretischen Fundierung der Impulsgebung herangezogen werden kann. Die theoretische Fundierung wird erst in Kapitel 3 vorgenommen, weshalb hier einige Inhalte vorweggegriffen und auf eine spätere Betrachtung verwiesen wird.

Es werden im Folgenden Bereiche benannt, die für die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung von besonderem Interesse sind.

Verbindungen zwischen dem Scaffolding und der Impulsgebung

- Das Begriffverständnis von Scaffolding und die Definition eines Impulses liegen zum Teil sehr eng beieinander. Impulse können auch als temporäre Unterstützung gesehen werden (s. Abschnitt 3.1.1).
- Ebenso wie das Gerüst nur dann aufgebaut wird, wenn es gebraucht wird, sollte das Setzen eines Impulses gut durchdacht sein, da ein Impuls immer auch einen Eingriff in den Lernprozess darstellt (s. Abschnitt 3.1).
- Mit Scaffolding ist es sowohl möglich, eine Unterstützung von Lernprozessen zu bieten, als auch eine Grundlage für die Bewertung von Lernendenleistungen zu schaffen. Mit Impulsen kann zwar grundsätzlich auch beides erreicht werden, allerdings werden in dieser Arbeit ausschließlich Impulse zur Unterstützung von Lernprozessen fokussiert (s. Abschnitt 3.1).
- Es wurde mehrfach die Relevanz der diagnostischen Kompetenzen von Lehrpersonen für erfolgreiches Scaffolding betont. Auch für die Impulsgebung werden in hohem Maße diagnostische Kompetenzen benötigt, um den aktuellen Stand der Lernenden im Lernprozess zu erkennen und daran angepasst Impulse zu formulieren (s. Abschnitt 3.3.1).
- Die Unterscheidung zwischen sozialen und analytischen Scaffolds macht die Einschränkungen der Betrachtung von Impulsen in dieser Arbeit deutlich: Der Fokus liegt nicht auf Impulsen der sozialen oder motivationalen Ebene, sondern auf Impulsen der analytischen und inhaltlichen Ebene. Dies schließt jedoch nicht aus, dass die betrachteten Impulse auch auf anderen Ebenen wirksam sein können (s. Abschnitt 3.1.1).
- Auch die Unterscheidung zwischen weichen und harten Scaffolds trägt zur Begriffsabgrenzung bei: Impulse, die spontan als adaptierte Reaktion auf einen individuellen Beitrag gesetzt werden, zählen zu den weichen Scaffolds. Impulse zum Einführen in ein neues Thema oder eine neue Unterrichtsstunde hingegen können vorher überlegt werden und sind eher statisch, womit sie zu den harten Scaffolds zählen. Letztere stehen in dieser Arbeit nicht im Fokus der Betrachtung (s. Abschnitt 3.1.1).
- Die verschiedenen Maßnahmen zur individuellen Unterstützung der Lernenden lassen sich vielfach auf Impulse übertragen und spiegeln sich in den Leitgedanken zur Impulsgebung sowie den Ansätzen von Impulsen wider (s. Abschnitt 3.3.2 und 3.3.4).

- Ähnlich wie adaptiertes, persönliches und individuell an die Zone der nächsten Entwicklung angepasstes Scaffolding ein Kennzeichen exzellenten Lehrens ist, werden auch für Impulse Qualitätskriterien formuliert, die nah an diese Eigenschaften herankommen (s. Abschnitt 3.3.7).
- Die Stufen der nächsten Instruktion sind vergleichbar mit Impulsen zum Erreichen einer nächsten Lernstufe. Das Identifizieren von Lernstufen stellt eine gute Möglichkeit zur Vorbereitung auf die Impulsgebung dar (s. Abschnitt 4.1 und 4.2).

Die aufgeführten Punkte machen deutlich, wie gewinnbringend das Konzept des Scaffolding für die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung ist. Einzelne Aspekte des Konzepts finden sich an verschiedenen Stellen der Arbeit wieder, insbesondere bei der theoretischen Fundierung der Impulsgebung. Darüber hinaus gibt es einige Verbindungen zum Konzept des Dialogischen Lernens, das im nächsten Abschnitt vorgestellt wird.

2.3 Das Konzept des Dialogischen Lernens

In diesem Abschnitt wir das Konzept des Dialogischen Lernens nach Urs Ruf und Peter Gallin (1998) vorgestellt. Dazu wird zunächst auf die Bedeutung des Dialogs für das Lernen eingegangen (Abschnitt 2.3.1). Anschließend werden charakteristische Handlungsleitlinien erläutert, die wesentliche Grundsätze im Dialogischen Lernen verdeutlichen (Abschnitt 2.3.2). Außerdem werden vier Instrumente beschrieben (Abschnitt 2.3.3), auf denen das Konzept beruht und mit denen sich die Handlungsleitlinien zu großen Teilen umsetzen lassen. Ihr Zusammenspiel ergibt den Kreislauf des Dialogischen Lernens (Abschnitt 2.3.4). Den Abschluss des Abschnitts bildet eine Darstellung der Verbindungen zwischen dem Dialogischen Lernen und der Impulsgebung (Abschnitt 2.3.5).

2.3.1 Die Bedeutung des Dialogs für das Lernen

Das Dialogische Lernen nach Ruf und Gallin möchte authentische Begegnungen zwischen Inhalten und Lernenden ermöglichen (S. 57) und stellt dazu den *Dialog* ins Zentrum des Unterrichts. Das Wort leitet sich vom griechischen diálogos (διάλογος) ab und wird häufig als Zwiegespräch oder Gespräch zwischen mindestens zwei Personen verstanden (Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften o. J.). Tatsächlich jedoch bedeutet ‚Logos' im Griechischen ‚Sprache' oder auch ‚Sinn',

während ‚diá' mit ‚hindurch' übersetzt werden kann (Thiel 2009, S. 3). Der Dialog meint daher eher eine gemeinsame Aushandlung von Bedeutungen durch das Gespräch (Pabst-Weinschenk und Thiel 2012, S. 53). Den Dialog in den Mittelpunkt des Unterrichts zu setzen, bedeutet also

> einen Unterricht [zu] ermöglichen, an dem sich alle beteiligen können. ‚Sich beteiligen' am gemeinsamen Durchdenken, beim Durchsprechen von neuen und schwierigen Sachen, von persönlichen Fragen und Beziehungen. Genau dies ist die ursprüngliche Bedeutung von ‚Dialog' (Geißner 2007, zitiert nach Thiel 2009, S. 3).

Das Ziel des Dialogischen Lernens ist der Aufbau einer „Fachkompetenz, die es erlaubt, verfügbares Wissen und automatisiertes Können im Umgang mit neuen Problemen zweckmäßig und erfolgreich einzusetzen" (Ruf und Gallin 2019, S. 9). Die Sprache spielt dabei eine besondere Rolle: Sie ist das Medium des Lehrens und Lernens und wird zum Ort der Begegnung zwischen Lehrenden, Lernenden und den fachlichen Inhalten (Ruf und Gallin 2018, S. 240). Das Gespräch, in das sich Teilnehmende begeben, um sich gemeinsam neue Erkenntnisse zu erarbeiten, gibt dem Konzept des Dialogischen Lernens seine Struktur (Ruf und Gallin 2018, S. 235).

Zu Beginn des Lernprozesses besteht oftmals eine große Distanz zwischen den Lernenden und den Inhalten der Mathematik, da letztere unbekannt und herausfordernd sind (Ruf und Gallin 2018, S. 24). Das Konzept des Dialogischen Lernens betrachtet diese Distanz nicht als eine Lücke, die es zu schließen gilt, sondern als ein fruchtbares Spannungsfeld, das Interaktionen zwischen den Lernenden und den Inhalten auslöst (Ruf und Gallin 2018, S. 24 f.). Die Lernenden sollen die Inhalte also nicht unreflektiert und passiv aufnehmen, sondern sich aktiv mit ihnen auseinandersetzen. Anders ausgedrückt treten sie in einen Dialog mit den Inhalten der Mathematik. Wichtig ist dabei, dass der Ausgangspunkt für den Dialog klar ist. Die Lernenden müssen also ihren *singulären Standort* bestimmen, d. h. sie positionieren sich zu den Inhalten und finden heraus, wie er auf sie wirkt. Voraussetzung dafür ist, dass sie sich auf eine Beziehung mit den Inhalten einlassen und mit anderen über die Inhalte ins Gespräch kommen (Ruf und Gallin 2018, S. 25). Im Dialogischen Lernen kommt es also sowohl zu Dialogen der Lernenden *mit* den Unterrichtsinhalten als auch mit anderen Lernenden *über* die Unterrichtsinhalte (Martens 2021, S. 5). Der Dialog zwischen mehreren Personen (z. B. Lehrenden und Lernenden) wird dazu genutzt, um den Dialog zwischen den Lernenden und den Inhalten (der Mathematik) zu fördern (Rezmer im Druck). Und „Dialog" meint im letzteren Fall eher eine tiefe, ernste Auseinandersetzung mit der Mathematik, mit ihren zugrundeliegenden Ideen.

Wird dies noch einen Schritt weiter geführt, geht es darum, dass die Lernenden nicht *über* die Mathematik sprechen, sondern sich so darin vertiefen, dass sie *durch* die Mathematik mehr über sich erfahren und an ihr wachsen.

Damit dieser Dialog zwischen den Lernenden und den Inhalten zu einem fruchtbaren Dialog wird, braucht es ein Gegenüber, an das sich die Teilnehmenden richten. Die Sprache benötigt jemanden, an den sie sich wenden kann. Im Dialogischen Lernen ist das *Du* daher ein essenzieller Bestandteil[4]

> Das Du ist gewissermaßen das Gegenüber, an das sich mein Denken sprachlich richtet und das mir vermöge seines eigenen individuellen Denkens erst spiegelt, wie mein eigenes Denken verstanden wird. So kehrt nicht nur mein eigener Gedanke als Objekt der Betrachtung für mich selbst zurück, sondern auch das Verständnis meines Gedanken durch das Gegenüber (Gölitzer 2015, S. 95).

Das Zitat verdeutlicht, wie essenziell das Gegenüber und der Dialog für das Lernen sind. Der Austausch mit anderen hat also noch einen weiteren Vorteil: Nur wenn die Lernenden in den Dialog mit anderen treten und ihre Ideen miteinander teilen, erfahren sie, wie diese beim Gegenüber jeweils aufgefasst werden. Darüber hinaus macht es den doppelten Zweck eines Dialogs deutlich, denn er soll neben neuem Verständnis auch das bereits vorhandene festigen und vernetzen, sodass das neue Wissen gut verankert und nachhaltig aufgebaut werden kann (Ruf und Gallin 2018, S. 277). Ein fruchtbarer Dialog kann jedoch nur stattfinden, wenn sich alle Teilhabenden eine singuläre Position zu den Inhalten aufbauen und bereit sind, diese den anderen zu offenbaren (Ruf und Gallin 2018, S. 240).

Die Bereitschaft, seinen singulären Standort mit anderen zu teilen, ist jedoch nicht selbstverständlich, da sich die Lernenden durch das Teilen ihrer Gedanken auch angreifbar machen. Neben einem ansprechbaren Gegenüber gibt es daher weitere Bedingungen, die das Dialogische Lernen voraussetzt, damit es zu tiefen Auseinandersetzungen mit den Inhalten kommen kann:

- Respekt vor der Würde der Lernenden,
- authentische Begegnungen mit fachlichen Schlüsselobjekten,
- erzählender Austausch unter Meschen mit ungleich singulären Positionen,
- Aushandeln lokaler *Normen* (s. Abschnitt 2.3.4.1) (Ruf und Gallin 2019, S. 11).

Es ist kein Zufall, dass der Respekt hier an erster Stelle genannt wird. Das dialogische Lernen fußt auf einem guten Verhältnis innerhalb der Lerngruppe und der

[4] Weitere Gedanken zur Rolle des *Du* im Dialog finden sich u. a. bei Alrø und Skovsmose 2004, Bakhtin 1981, Buber 1984 oder Feuser 1989.

gegenseitige Respekt ist dafür grundlegende Voraussetzung. Genauso werden alle Gesprächsteilnehmenden als gleichwertig angesehen, sodass sich auch die Lehrperson als lernende Person wahrnimmt (Ruf und Gallin 2018, S. 273 f.).

Die letzte Voraussetzung deutet an, wie der dialogische Unterricht ausgehend von den singulären Standpunkten zu seinen Regularitäten gelangt: Die lokalen Normen werden individuell innerhalb der Lerngruppe ausgehandelt. Auf diesen Prozess wird in Abschnitt 2.3.4 näher eingegangen. Es wird jedoch bereits jetzt deutlich, dass Lehrpersonen, die sich auf ein dialogisches Unterrichten einlassen, viele Unwägbarkeiten in Kauf nehmen. Sie kennen sich zwar in ihrem Fachgebiet aus, aber sie öffnen den Verlauf der Reise, die die Lernenden durch das Gebiet bestreiten. Ihre Wege, Erfahrungen und Entdeckungen sind der Lehrperson zunächst unbekannt. Die Lehrperson übernimmt also nicht die Führung durch das Fachgebiet, sondern sie wertet die Erfahrungen der Lernenden auf ihren individuellen Wegen aus und macht sie für den Fortgang des Unterrichts fruchtbar, sodass daran angeschlossen werden kann (Ruf und Gallin 2018, S. 48).

Das Konzept des Dialogischen Lernens wird also in hohem Maße der Individualität der Lernenden gerecht. Es bietet sich damit zur theoretischen Rahmung der Impulsgebung an, da es den Individualitätsanspruch von Impulsen unterstreicht. Außerdem werden die hohen Ansprüche an die Lehrpersonen deutlich: Um gute Bedingungen für die Impulsgebung zu schaffen, benötigt die Lehrperson allem voran ein tiefes fachliches Wissen. Sie sollte so über die Inhalte verfügen, dass sie sich je nach individuellem Standort im Lernprozess flexibel in die Sichtweisen der Lernenden hineinversetzen kann (s. Abschnitt 3.3.1).

2.3.2 Handlungsleitlinien im Dialogischen Lernen

Um das Konzept des Dialogischen Lernens greifbarer zu machen, werden zunächst einige Handlungsleitlien des Konzepts vorgestellt. Diese liefern wichtige Grundlagen für die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung und werden daher an dieser Stelle näher erläutert. Als Handlungsleitlinien werden hierbei Elemente oder Voraussetzungen verstanden, ohne die ein dialogisches Unterrichten nicht stattfinden könnte oder die zumindest eine entscheidende Rolle im Konzept einnehmen. Dazu gehört beispielsweise, dass Lehrende sich auch als Lernende verstehen und Lernende zu Lehrenden werden können, indem sie ihre Ideen schildern (s. Abschnitt 2.3.2.1). Weiterhin kann die konsequente Bezugnahme auf die Beiträge der Lernenden als roter Faden des Dialogischen Lernens verstanden werden, der sich durch alle Phasen durchzieht (Lutz-Westphal 2021). Mit ihm wird gleichzeitig ausgedrückt, dass die Lernenden gesehen werden und für den weiteren Fortgang eine Rolle spielen.

Darüber hinaus lässt sich sagen, dass das Konzept des Dialogischen Lernens eine andere Didaktik verfolgt und sich insbesondere klar von einer Instruktionsdidaktik abgrenzt (s. Abschnitt 2.3.2.3). Diese drei Handlungsleitlinien und ihre Hintergründe bzw. Auswirkungen werden im Folgenden näher erläutert.

2.3.2.1 Lehrende als Lernende

Im dialogischen Unterricht sind die Rollen der Lehrperson und der Lernenden nicht starr und definitiv zugeteilt. Es kommt immer wieder vor, dass ein Rollentausch stattfindet: Die Lehrperson lernt und die Lernenden lehren. Wo sonst von Lernangeboten der Lehrenden an die Lernenden gesprochen wird, sind es im Dialogischen Lernen auch die Lehrenden, die die Beiträge der Lernenden als Angebote zur Weiterarbeit verstehen (Ruf 2008, S. 244). Voraussetzung für dieses Vorgehen ist allerdings, dass die Lernendenbeiträge in den Mittelpunkt des Unterrichts gestellt werden (Ruf und Gallin 2019, S. 176). Dies geschieht beispielsweise dann, wenn die Lehrperson die Lernkompetenzen und Leistungen der Lernenden einschätzen bzw. sich einen Eindruck vom individuellen Aufbau der Fachkompetenzen verschaffen möchte. Dafür benötigt sie zum einen ihre eigenen fachlichen Kompetenzen, um die Verbindung zwischen den singulären Standorten der Lernenden und den Regularitäten des Fachs herstellen zu können. Zum anderen benötigt sie aber auch ihre eigenen Lernkompetenzen, da das Einfinden in die Sichtweisen der Lernenden nicht immer auf Anhieb gelingen kann (Ruf und Gallin 2018, S. 234). Daher muss sie sich mit Fragen an die Lernenden wenden und ihre Schwierigkeiten mitteilen. Die Lernenden berichten dann von ihren Erlebnissen mit den Inhalten, während die Lehrperson aufmerksam zuhört und versucht, die Gedankengänge nachzuvollziehen. Dabei sollten auch Fehlvorstellungen oder irrtümliche Annahmen identifiziert werden.

> In diesem Gespräch mit vertauschten Rollen steht die Lernkompetenz des Lehrers auf dem Prüfstand: Nur wenn es ihm gelingt, das Lernverhalten des Schülers zu durchschauen und zu begreifen, kann er ihn bei der eigenständigen Bewältigung des Fachproblems unterstützen (Ruf und Gallin 2018, S. 234).

Die Neuverteilung der Rollen führt für den Moment auch zu einer Neuauslegung der Zielsetzung: Im Mittelpunkt steht nicht die Lehrperson, sondern der Lernweg der Lernenden, und die Lehrperson hat die Aufgabe, diesen nachzuvollziehen (Ruf und Gallin 2018, S. 316). Wichtig ist, dass die Lehrperson sich dabei auch als lernende Person begreift. Beim Herausfinden der singulären Standorte geht es nicht darum, die Lernenden zu korrigieren und von oben herab auf ihre Leistungen zu schauen. Es geht darum, durch den anderen Erfahrungshintergrund der Lernenden die eigene

Sichtweise zu hinterfragen und den eigenen Horizont zu erweitern (Ruf und Gallin 2018, S. 14). Dazu können Widersprüche in den Bearbeitungen der Lernenden identifiziert und als Chance für das Weiterlernen genutzt werden. „Das dialogische Prinzip impliziert also die permanente Aufforderung zum Lernen, und zwar für alle Beteiligten“ (Ruf und Gallin 2018, S. 14).

2.3.2.2 Weiterarbeit mit Lernendenbeiträgen

Die Beiträge der Lernenden werden im dialogischen Mathematikunterricht in den Mittelpunkt gerückt (Gallin 2009, S. 40). Sie dienen als Basis für die Weiterarbeit, sodass die Lernenden den Fortgang im Unterricht und damit ihren Lernprozess wesentlich mitgestalten. Dieser Ansatz führt in der Regel zu einer Steigerung der Motivation zum Mitdenken und Mitarbeiten (Thiel 2009, S. 3). Darüber hinaus hängt er eng zusammen mit der Grundeinstellung, mit denen die Lehrenden den Lernenden gegenübertreten. Die Lehrperson sollte den Lernenden deutlich zu verstehen geben, dass ihre Beiträge als ein maßgebliches Element des Unterrichts angesehen werden. Denn die Lernenden erkennen schnell, wenn ihre Beiträge ehrlich wertgeschätzt werden:

> Die Schülerinnen und Schüler haben ein feines Gespür dafür, ob sie bei dem, was auf sie zukommt, als unverwechselbare Individuen angesprochen und herausgefordert sind, oder ob ihnen bloß die Rolle von Statisten in einem Geschehen zugedacht ist, das unbeeinflusst von ihren Aktivitäten seinen vorbestimmten Gang nimmt. […]. Oft liegt es an Nuancen, ob Unterricht sich im Monologischen verliert oder ob es zu einem produktiven Dialog kommt (Ruf und Gallin 2019, S. 61).

Damit sich die Lernenden nicht als Objekte des Lernens fühlen, sondern als wichtige Teilnehmende in einem gemeinsamen Projekt, ist es wichtig, dass alle eine Chance haben und der Ausgang offen ist (Ruf und Gallin 2019, S. 62). Dies kann gelingen, wenn die Beiträge der Lernenden als Basis für die Weiterarbeit verwendet werden. Die Lernenden sollen also auf ihrem Weg zu *regulären* Kenntnissen und Fähigkeiten begleitet werden, ohne sie von ihrem singulären Standort fortzuholen (Ruf und Gallin 2018, S. 56). Das setzt wiederum voraus, dass Vertrauen in das Potential der Lernenden gesetzt wird und dass ihnen etwas zugetraut wird. Nach Ruf und Gallin (2018, S. 329) stellt die Förderung des Vertrauens in die eigenen Fähigkeiten für die Lernenden eine Hauptaufgabe von Schule dar: „Nichts von dem, was die Schule zu bieten hat, ist wichtiger als das Ziel, Vertrauen ins eigene Denken und Tun zu gewinnen“.

Der Lehrperson kommt damit die wichtige Aufgabe zu, die Lernenden zu bestärken, indem sie ihnen zuhört (Ruf und Gallin 2019, S. 7). Damit sieht die Lehrperson

ein Stück weit von der durch sie vorgenommenen Vermittlung der Fachinhalte ab und baut darauf, dass die Lernenden auch selbst – mit entsprechender Unterstützung – zu den Inhalten vordringen können (Ruf und Gallin 2018, S. 193).

Die positive, wertschätzende und herausfordernde Grundeinstellung allein reicht natürlich nicht aus. Das Konzept des Dialogischen Lernens kommt nicht ohne die Bereitschaft und Fähigkeit der Lernenden aus, sich ernsthaft mit den Inhalten auseinanderzusetzen und sich selbst auf die Suche nach Lösungen zu begeben oder ihre Schwierigkeiten offenzulegen (Ruf und Gallin 2018, S. 295). Andernfalls lassen sie die Bemühungen der Lehrperson ins Leere laufen.

2.3.2.3 Unterschiede in der Didaktik

Das Konzept des Dialogischen Lernens unterscheidet sich von einem häufig zu erlebenden Instruktionskonzept. Während das Ziel des dialogischen Unterrichts die authentischen Begegnungen zwischen Stoffen und Menschens sind, geht es beim Instruktionskonzept um das Vermitteln und Einüben von Wissen. Die beiden Konzepte sind in Tab. 2.1 gegenübergestellt. Die *Kernidee*, der *Auftrag*, das *Reisetagebuch* und die *Rückmeldung* stellen vier Instrumente im Konzept des Dialogischen Lernens dar, die später noch näher erläutert werden (s. Abschnitt 2.3.3). Die Gegenüberstellung soll jedoch bereits an dieser Stelle einen Überblick über die beiden Konzepte ermöglichen.

Instruktionskonzept	**Dialogisches Lernen**
Wissen vermitteln und einüben	Authentische Begegnungen zwischen Stoffen und Menschen ermöglichen
Pädagogische Kernidee	**Pädagogische Kernidee**
Alle Lernenden sollen die Sache so behandeln, wie es in den Fachbüchern beschrieben ist.	Jeder Lernende soll einen persönlichen Dialog mit der Sache aufnehmen und sich in seinem engen Kreis so verhalten, wie die Fachleute beim Forschen.
Aufgabe	**Auftrag**
Man muss ein vorgegebenes Ziel erreichen. Wer es nicht schafft, ist ausgeschlossen. Wie viel ist x? Interpretiere das Gedicht.	Alle machen sich auf den Weg. Jeder nutzt seine Möglichkeiten so gut er kann. Achte beim Lesen dieses Gedichtes/dieser Gleichung auf deine

	Gedanken und Gefühle. Schreibe alles auf, was dir durch den Kopf geht.
Übungs- und Prüfungsarbeit Die Lernenden versuchen, fachliches Wissen und normierte Verfahren so professionell wie möglich zu handhaben.	**Reisetagebuch** Die Lernenden erzählen die Geschichten ihrer persönlichen Begegnungen mit den Stoffen.
Korrektur unter einer Defizitperspektive Die Lehrperson stellt die Mängel fest und misst die Abweichungen gegenüber den fachlichen Normen.	**Rückmeldung unter einer Entwicklungsperspektive** Die Lehrperson interpretiert die Spuren singulärer Lernprozesse und gibt Empfehlungen für die Weiterarbeit.

Tab. 2.1: Gegenüberstellung von Instruktionskonzept und Dialogischem Lernen (Ruf und Gallin 2018, S. 49)

Aus den einzelnen Zellen der rechten Spalte wird deutlich, dass das Dialogische Lernen viel Wert auf ein Miteinander legt und der Individualität der Lernenden große Beachtung geschenkt wird.

Die Unterschiede zwischen beiden Ansätzen spiegeln sich auch in der Didaktik wider. Das Instruktionskonzept geht oft mit einer segmentierenden Didaktik einher, die die Stoffe in möglichst überschaubare Portionen und angeordnet vom Leichten zum Schwierigen präsentiert. In Abb. 2.1 wird jeweils die Didaktik der beiden Konzepte graphisch veranschaulicht. Bei der segmentierenden Didaktik ist zu erkennen, dass sukzessive die Anforderungen gesteigert werden. Darüber hinaus lassen sich die Abstände zwischen den Inhalten so interpretieren, dasss keine direkte Verbindung zwischen ihnen hergestellt wird, sondern die Gebiete für sich stehen.

Durch die Vorgehensweise der kleinen Schritte nach der segmentierenden Didaktik werden möglichst alle Hürden und Stolperfallen beseitigt, die den Lernenden begegnen könnten. Dadurch soll das Aneignen der Inhalte erleichtert werden. Gleichzeitig versetzt dieses Vorgehen die Lernenden aber auch in eine passive Haltung der Empfangsbereitschaft (Ruf und Gallin 2018, S. 229). Zu Beginn des Unterrichts steht ein klar eingegrenzter Fachinhalt, der motiviert, erläutert und geübt wird. Beim Üben werden die Lernenden dann an der korrekten Lösung gemessen. Dabei herrscht eine Defizitperspektive vor, da die Lernenden nach der Erklärung wissen müssten, wie die Aufgaben zu lösen sind (Ruf und Gallin 2019, S. 142). Dieses Vorgehen ist in gewisser

Segmentierende Didaktik Konzept des dialogischen Lernens

Abb. 2.1: Darstellung von segmentierender Didaktik und Konzept des Dialogischen Lernens (vgl. Klimke 2021, S. 35 und Ruf und Gallin 2018, S. 62)

Weise einfacher für die Lehrperson, weil sie die vorgefertigten Wege bereits kennt und nicht auf die individuellen Gedanken der Lernenden bei ihrer Wissenskonstruktion eingehen muss:

> Wer sich im Unterricht darauf beschränkt, tradierte Rezeptions- und Produktionsverfahren zu vermitteln und einzuüben, erfährt nicht, ob es zu authentischen Begegnungen zwischen Menschen und Stoffen kommt, und er braucht sich auch nicht darum zu kümmern, was in den Köpfen und Herzen seiner SuS[5] tatsächlich vorgeht. Singuläre Einsichten und Nöte bleiben ausgeklammert, geprüft wird nur, ob alle richtig funktionieren oder ob noch Defizite vorhanden sind. Es geht im Unterricht weder um die Menschen noch um die Stoffe, sondern nur um die Frage, wie man fachliche Probleme bewältigt und möglichst effizient vom Tisch wischt (Ruf und Gallin 2018, S. 78).

Die Erleichterung wird jedoch auch mit einem hohen Preis bezahlt, da die *Regularisierungen* durch die Lehrperson das produktive Erkunden unterbrechen und entwerten (Ruf und Gallin 2018, S. 192). Auch in Mathematikbüchern findet sich häufig ein geblocktes Lernen, bei dem die Konzepte, Regeln oder Lösungsverfahren nacheinander eingeführt und separat geübt werden (Nemeth et al. 2023, S. 25). Studien haben jedoch gezeigt, dass verschachteltes Lernen, bei dem die Konzepte durchmischt

[5] SuS = Schülerinnen und Schüler

werden, langfristig zu einem höheren Lernerfolg führt. Es entsteht zwar zunächst der Eindruck, dass das Lernen dadurch erschwert wird. Diese Erschwernis ist jedoch wünschenswert, weil sie darin begründet ist, dass kognitiv anspruchsvollere Tätigkeiten ausgelöst werden (Nemeth et al. 2023, S. 26).

Das Konzept des Dialogischen Lernens sieht vor, dass den Lernenden von Beginn an das Ganze gezeigt wird (Gallin und Ruf 2018, S. 1). Dies beinhaltet automatisch eine Verschachtelung der Teilinhalte. Dabei sollen sie nicht durch die Größe der Inhalte eingeschüchtert, sondern von ihnen provoziert werden. Anstelle Wissen zu vermitteln übernimmt die Lehrperson die Rolle eines interessierten Gegenübers, das sich den Lernenden zuwendet, ihre Beiträge würdigt und sie zur Eigenproduktion anregt (Ruf und Gallin 2018, S. 192). Für die Unterrichtsvorbereitung bedeutet dies, dass die Lehrperson in neue Inhaltsfelder anhand ihrer eigenen Faszination und persönlichen Herausforderung einführt, da auch sie ihren singulären Standort preisgibt (Ruf und Gallin 2018, S. 59). Diese Vorgehensweise ist in Abb. 2.1 mit der Grafik auf der rechten Seite dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Inhalte nicht nebeneinander stehen, sondern sich gegenseitig umschließen.

2.3.3 Instrumente des Dialogischen Lernens

In diesem Abschnitt wird eine Beschreibung der vier grundlegenden Instrumente im Dialogischen Lernen vorgenommen. Dabei handelt es sich um die Kernidee, den Auftrag, das Reisetagebuch und die Rückmeldung. Insbesondere letztere lässt einen konreten Bezug zur Impulsgebung zu, wie er später noch expliziert wird.

2.3.3.1 Die Kernidee

Die *Kernidee* stellt als erster Schritt im dialogischen Unterricht ein grundlegendes Element im Dialogischen Lernen dar (Martens 2021, S. 7). Gleichzeitig fällt es jedoch schwer, sie zu fassen. Sie spielt direkt oder indirekt in allen Phasen des Lernprozesses eine Rolle und wirkt daher sehr vielfältig. Bei der Kernidee handelt es sich um eine von der Lehrperson eingebrachte Leistung, die zwei Aspekte vereint. Mit ihr drückt die Lehrperson einerseits aus, was sie an den fachlichen Inhalten fasziniert. Andererseits gibt sie mit ihr preis, was für sie das Wesentlichste eines Stoffgebiets darstellt (Ruf und Gallin 2018, S. 45). Neben den Lehrenden können aber auch die Lernenden eine Kernidee entwickeln. Diese steht dann nicht am Anfang des Lernprozesses, sondern sie entwickelt sich durch die Auseinandersetzung mit den Inhalten.

Nach Klimke und Lutz-Westphal (2018, S. 977) können zwei Typen von Kernideen unterschieden werden: Einerseits beschreiben sie den Zugang zu einem Themengebiet, der individuell und insbesondere bei Lehrenden und Lernenden unterschiedlich

sein kann. Andererseits stellen Kernideen den fachlichen Kern die Inhalte dar, denen sich die Lernenden annähern. Insbesondere die zweite Interpretation wird an späterer Stelle für die Grundlagen zur Impulsgebung von Relevanz sein (s. Kapitel 3).

Darüber hinaus sind mit einer Kernidee verschiedene Merkmale verbunden. Ruf und Gallin (2019, S. 29) unterscheiden den *biographischen Aspekt* (Ich) , den *Wirkungsaspekt* (Du) und den *Sachaspekt* (Wir). Der biographische Aspekt drückt das individuelle Verhältnis zwischen der Schülerin oder dem Schüler und dem konkreten Inhalt aus. Der Wirkungsaspekt beschreibt, wie die Kernidee auf das Gegenüber wirkt. Mit Sachaspekt ist gemeint, dass die Kernidee dazu herausfordert, miteinander ins Gespräch zu kommen und sich gemeinsam auf fachliche Grundlagen zu einigen. Martens (2021, S. 11) nimmt in ihrer Arbeit eine andere Aufteilung vor und stellt den drei Merkmalen sechs Aspekte gegenüber (persönlicher Aspekt, fachlicher Aspekt, Klassierung, Wandelbarkeit, Funktion, zusammenfassender Aspekt). Auf die Unterscheidung wird hier nicht näher eingegangen, da eine tiefe Thematisierung der Kernidee als Hintergrund zur Impulsgebung nicht ergiebig ist. Die unterschiedlichen Möglichkeiten der Herangehensweise machen jedoch deutlich, dass der Begriff der Kernidee sehr komplex ist.

Daher kann an dieser Stelle auch keine klare Definition formuliert werden. Stattdessen wird im Folgenden eine Sammlung von Zitaten aus den Werken von Ruf und Gallin (2018 und 2019) aufgeführt, die das Wesen einer Kernidee näher ausleuchten sollen. Ähnlich geht auch Martens (2021) vor, wobei sie mit den Zitaten die Differenzierung der sechs Aspekte untermauert. Eine Zuordnung zu Merkmalen oder Aspekten der Kernidee wird aus dem oben beschriebenen Grund allerdings nicht vorgenommen. Die Auflistung dient lediglich dem *Einfühlen* in das Wesen der Kernidee.

Eine Kernidee …

- ist „das Verhältnis zum und die Auffassung vom Gegenstand“ (2018, S. 7).
- bietet in ihrem Umfeld „zahlreiche Möglichkeiten, tätig zu werden und Leistungen zu erbringen“ (2018, S. 46).
- fängt das gesamte Stoffgebiet in vagen Umrissen ein und fordert als attraktives Gegenüber die Lernenden zum sachbezogenen Handeln heraus (2018, S. 55).
- stellt „fachliche und emotionale Fixpunkte der Orientierung“ dar (2018, S. 55).
- umfasst „all das, was unserem Tun Antrieb und Richtung gibt“ (2018, S. 59).
- „lieg[t] mehr oder weniger unter der Schwelle des Bewusstseins“ (2018, S. 59).
- gibt „dem Stoff ein menschliches Gesicht“ (2018, S. 61).
- ist der „persönliche und oft unreflektierte Antrieb, der immer wirkt, wenn ich mich mit einer Sache befasse“ (2018, S. 62).

- ist „bristant und handlungswirksam“ (2018, S. 62).
- „muss man nicht suchen, man muss sie zugeben“ (2018, S. 62).
- ist „Ursprung und Antrieb für divergentes Tun. Sie entspring[t] einer inneren Beunruhigung, die uns herausfordert, Dinge in unserem Umkreis neu zu sehen und zu ordnen“ (2018, S. 142).
- ist „untrennbar mit der Person verbunden, die sie gefunden hat. Darum [ist] sie nicht kopierbar“ (2019, S. 19).
- ist im persönlichen Erleben verankert, bringt den Witz der Sache auf den Punkt und fordert das Gegenüber zum Mitspielen heraus (2019, S. 28).
- ist „nie mehr und nie weniger als [ein] Angebot an gleichwertige Dialogpartner“ (2019, S. 38).

Die drittletzte Aussage, dass sich eine Kernidee nicht übertragen lässt, wird hier jedoch durch die Interpretation der Kernidee als fachlicher Kern in Frage gestellt. Zumindest kann eine Kernidee dafür sorgen, dass auch andere ihr nachgehen und sich von ihr leiten lassen. Insofern kann sie auch für andere wirksam sein.

Durch die Auflistung kommt die Vielfalt einer Kernidee zum Vorschein. Bezogen auf ihre Eigenschaften kann eine Kernidee jedoch gut in zwei Kategorien unterteilt werden. Zum einen kann eine Kernidee die persönliche Stellung zu einem Inhalt widerspiegeln. Eine Kernidee drückt dann die Zu- oder Abneigung aus und wird bei Ruf und Gallin auch als *sachzugewandt* oder *sachabgewandt* beschrieben. Dies kann auch mit Motivation oder Demotivation verglichen werden. Zum anderen lässt sich die Kernidee je nach Sachbezogenheit einschätzen. Sie kann sich also entweder auf die Inhalte beziehen oder fern von den Inhalten formuliert sein (Ruf und Gallin 2018, S. 61).

In Tab. 2.2 sind jeweils Beispiele für Kernideen mit den genannten Eigenschaften aufgeführt.

Eigenschaft einer Kernidee	**sachzugewandt**	**sachabgewandt**
sachnah	Das Komma braucht seinen festen Platz, damit ich auch die Einer entbündeln kann.	Dafür kann ich doch besser den Taschenrechner benutzen.
sachfern	Ich will wissen, wie das geht.	Das nervt mich.

Tab. 2.2: Eigenschaften von Kernideen (nach Ruf und Gallin 2018, S. 61)

Die Unterscheidung zwischen *sachnahen* und *sachfernen* Kernideen wird in Kapitel 3 relevant, wenn der Begriff des Impulses näher ausgeschärft wird. Kernideen, die gleichzeitig sachzugewandt und sachnah sind, deuten auf eine intrinsische Motivati-

on hin. Diese Kernideen versprechen nach Ruf und Gallin (2018, S. 61) den raschesten Fortschritt. Wobei hier ergänzend davon ausgegangen wird, dass die Lernenden mit solchen Kernideen nicht nur schnell, sondern auch sehr nachhaltig lernen. Bei einer sachzugewandten, sachfernen Kernidee ist hingegen von einer extrinsischen Motivation auszugehen. Eine Kernidee, die sachabgewandt und sachfern ist, deutet auf ein Missverhältnis zwischen Lernenden und den Inhalten, dem Fach, oder sogar der Schule insgesamt hin. Die Ursachen dafür sollten gründlich aufgeklärt werden (Ruf und Gallin 2018, S. 61).

Es ist bereits angeklungen, dass sich Kernideen nur unklar umreißen lassen, dass sie schwer zu finden sind und auch der Einsatz eine Herausforderungen mit sich bringt. Es ließe sich also generell die Frage stellen, wozu der Einsatz von Kernideen benötigt wird. Neben den hohen Anforderungen bietet die Arbeit mit Kernideen jedoch auch einige Vorzüge, die nachfolgend benannnt werden.

- Eine Kernidee fordert zu einer **sachbezogenen Auseinandersetzung** heraus. Sie ist der Auftakt und Anlass zur eigenständigen Produktion (Ruf und Gallin 2018, S. 45).
- Mit einer Kernidee werden die Lernenden **persönlich angesprochen** und zu einer singulären Standortbestimmung eingeladen (Ruf und Gallin 2018, S. 60).
- Eine Kernidee ermöglicht **Erkundungen auf unterschiedlichem Niveau** und kommt damit der Individualität der Lernenden entgegen (Ruf und Gallin 2018, S. 55).
- Die Arbeit mit Kernideen ist zwar je nach Individuum sehr zeitintensiv, erlaubt im Gegenzug jedoch den **Wegfall von aufwändigen Übungsphasen** (Ruf und Gallin 2018, S. 69).
- Hat eine Kernidee Fuß gefasst, leitet sie über in einen ***divergierenden* Austausch** (Ruf und Gallin 2018, S. 45).

Die zahlreichen und starken Vorteile lassen bereits vermuten, dass der Lehrperson zum Erreichen dieser Arbeitsweise Aufgaben mit hohem Anforderungsniveau zukommen. Eine wichtige Voraussetzung ist zunächst die fachliche Sicherheit. Die Lehrperson muss sich im Stoff gut auskennen und sich selbst so darauf einlassen, dass sie den fachlichen Kern mitsamt seinen Eigentümlichkeiten und Herausforderungen identifizieren und mit den Lernenden in Verbindung bringen kann (Ruf und Gallin 2019, S. 34).

Weiterhin ist die Kernidee so zu formulieren, dass sie den Überblick über den Stoff ermöglicht und gleichzeitig nicht überfordert, sondern zu einem individuellen

Zugang zum Thema anregt (Ruf und Gallin 2018, S. 60). Viele Fragen didaktischer und methodischer Art sind dabei zu beachten, wie die folgende Ausführung verdeutlicht:

> Wie kann ich meine Schülerinnen und Schüler aus der ermüdenden Objektrolle in einem undurchschaubaren didaktischen Arrangement befreien und ihnen einen attraktiven Spielraum im Herzen der Sache anbieten, der sie zu aktiven Mitspielern macht und der ein persönliches Engagement lohnend erscheinen lässt? Wer sich bei der Vorbereitung von dieser zentralen pädagogischen Frage leiten lässt, darf getrost auf bewährte Unterrichtskonzepte zurückgreifen (Ruf und Gallin 2019, S. 62).

Das Finden einer fruchtbaren Kernidee muss jedoch nicht auf Anhieb gelingen. Es ist möglich, dass sich eine Kernidee im Laufe der Auseinandersetzung und insbesondere im Austausch mit anderen verändert. Dies ist insbesondere der Fall, wenn sie anfangs nicht wirksam ist. Dann sollte sie im Gespräch mit den Lernenden so verändert werden, dass sie den Kontakt zwischen Lernenden und Inhalten herstellt (Ruf und Gallin 2019, S. 38).

Neben dem Finden geeigneter Kernideen ist die Begleitung von Lernenden, die sich ausgelöst durch einen Auftrag in Produktionsschwünge begeben, noch schwieriger: „Hier geht es um eine wenig beachtete und schwer erlernbare Kunst: das erwartungsvolle und behütende Zuhören“ (Ruf und Gallin 2018, S. 318). Das aufmerksame Zuhören fällt unter die diagnostischen Kompetenzen einer Lehrperson und ist ebenfalls eine Voraussetzung für das Setzen eines Impulses (s. Abschnitt 3.3.1).

Die Lehrpersonen sind allerdings nicht die einzigen, denen eine schwierige Aufgabe im dialogischen Unterricht zuteil wird. Auch die Lernenden sind gefordert. Von ihrer Seite ist es Grundvoraussetzung, dass sie sich auf die Kernideen einlassen und sich ernsthaft an einem Dialog darüber beteiligen (Ruf und Gallin 2018, S. 60). Lernprozesse sollten dort ansetzen, wo die Lernenden stehen, und sie mit einer Kernidee abholen. Dies kann jedoch nur gelingen, wenn die Lernenden ihren Standort offenbaren. Ohne Einblicke in die Sichtweisen der Lernenden ist es der Lehrperson unmöglich, an die singulären Standorte anzuknüpfen. Sich in ein Verhältnis zu den Stoffen zu setzen erfordert von den Lernenden wiederum Mut. Zum Teil scheuen sie sich auch davor:

> Das Verhältnis, das die Lernenden dem Stoff oder dem Lernen gegenüber einnehmen, ist häufig so sachfremd, dass sie nicht darüber reden wollen und es auch gar nicht als zum Unterricht gehörig auffassen (Ruf und Gallin 2018, S. 60).

Hier empfiehlt es sich, die Lernenden immer wieder zur singulären Standortbestimmung anzuregen und insbesondere mit gutem Beispiel voranzugehen, indem die Lehrperson ihre eigenen Kernideen offenlegt.

2.3.3.2 Der Auftrag

Eng in Bezug zur Kernidee steht im dialogischen Unterricht der *Auftrag*. Es handelt sich dabei um ein Instrument, mit dem der Kreislauf des Dialogischen Lernens in Schwung gehalten wird. Das Zusammenwirken von Kernidee und Auftrag wird durch die folgende Ausführung deutlich:

> Anstatt nach einer Motivationsphase gleich mit der schrittweisen Wissensvermittlung nach dem Prinzip „vom Einfachen zum Schwierigen“ zu beginnen, soll in einer so genannten „Kernidee“ die ganze Komplexität und Attraktivität des neuen Stoffgebiets gebündelt werden. Anschließend müssen die Lernenden genügend Zeit erhalten, sich individuell mit einem zugehörigen „Auftrag“ zu befassen, um so die Probleme selbst zu erfahren, die sich im neuen Stoffgebiet stellen (Gallin und Hußmann 2006, S. 1, Herv. i. Orig.).

Im Gegensatz zu einer Aufgabe erschließt ein Auftrag oft ganze Gebiete und zielt auf ein fachlich fundiertes Verständnis der Inhalte ab. Während Aufgaben zumeist auf eine eindeutige Lösung hin konzipiert wurden und sich mithilfe von Techniken lösen lassen, ist für das Erfüllen eines Auftrags die Eigentätigkeit der Lernenden gefragt und der Ausgang ungewiss (Ruf und Gallin 2019, S. 74 ff.). Bei einer Aufgabe werden die Lernenden mit einem korrekten Ergebnis gemessen, bei einem Auftrag hingegen geht es um das Sammeln von Erfahrungen, die die Lernenden zu ihren eigenen Kernideen führen und damit das Stoffgebiet erkunden lassen (Gallin und Hußmann 2006, S. 7).

Drei Eigenschaften sollten Aufträge mit sich bringen, damit sie die Lernden zu eigenständigen Leistungen führen. Ein Auftrag …

- sollte **selbstdifferenzierend** gestaltet sein. Er muss allen Lernenden die Möglichkeit bieten, sich mit den Inhalten auseinanderzusetzen. Unabhängig von ihrem Leistungsniveau müssen alle Lernenden sich zu einem Produktionsschwung herausgefordert fühlen und zu interessanten Lösungen vordringen können (Ruf und Gallin 2019, S. 49).
- darf leistunsstärkere Schülerinnen und Schüler nicht langweilen, sondern muss für sie **eine Rampe bereithalten**. Diese bietet die Möglichkeit, das eigene Können voll auszuspielen und an die eigenen Grenzen vorzustoßen (Ruf und

Gallin 2019, S. 49). Ohne Rampe fehlt die Motivation, alle Kräfte zu mobilisieren, um über sich hinauszuwachsen (Ruf und Gallin 2019, S. 78).

- sollte **offen** konzipiert sein. Offene Aufträge lassen mehrere Lösungen zu, ermöglichen kreatives Tätigsein und fordern alle Lernenden gleichermaßen dazu auf, ihren Ideen nachzugehen (Ruf und Gallin 2019, S. 49.). Sie aktivieren außerdem das vorhandene Entwicklungspotential und fördern das eigenständige Handeln (Ruf und Gallin 2019, S. 78).

Der Einstieg in die Produktionsphase sollte den Lernenden also bewusst leicht gemacht werden, dann kann die Lehrperson anschließend zu Höchstleistungen auffordern (Ruf und Gallin 2019, S. 82). Auch wenn ein Auftrag offen formuliert sein sollte, bedeutet das nicht, dass die Lehrperson keine Erwartungen an die Lernenden stellt. Ein Auftrag geht immer mit der Erwartung einher, dass die Lernenden sich ernsthaft auf ihn einlassen (Ruf und Gallin 2019, S. 157).

Die Qualität eines Auftrags entscheidet darüber, wie ergiebig die anschließende Produktionsphase genutzt werden kann. Doch das Verfassen eines geeigneten Auftrags verlangt von der Lehrperson einiges ab:

> Der Mathematiklehrer muss versuchen, das Fachwissen so zu rezipieren und zu präsentieren, dass die Schüler überhaupt eine Chance zur produktiven Eigentätigkeit wahrnehmen können. Er muss seine Kernideen des Fachs so mit Kernideen der Lernenden koordinieren, dass ihr ursprüngliches Mitteilungsbedürfnis angesprochen und herausgefordert wird (Ruf und Gallin 2018, S. 262).

Das Zitat verdeutlicht den hohen Anspruch an einen Auftrag bzw. an die Lehrperson. Es ist zu hoffen, dass sich die Lehrperson dieser großen Aufgabe dennoch annimmt, da der Mathematikunterricht ohnehin schon „Gefahr [läuft], sich einseitig auf die Rezeption der Theorie zu versteifen“ (Ruf und Gallin 2018, S. 269). Dabei ist die Produktion wichtig, um das Selbstvertrauen der Lernenden zu stärken – vorausgesetzt, die Ergebnisse des Produktionsschwungs werden von anderen gesehen und gewürdig (Ruf und Gallin 2018, S. 257).

Ein Auftrag verlangt allerdings nicht nur viel von Lehrenden- und Lernendenseite, sondern er gibt im Gegenzug auch Auskunft über das, was die Lernenden zum Unterricht beitragen und verstanden haben. Dafür nimmt er die bereits erzielten Ergebnisse aus der vorangegangenen Rezeptionsphase in sich auf und löst damit einen neuen Produktionsschwung aus (Ruf und Gallin 2019, S. 52). Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die Lehrperson den aktuellen Stand der Lernenden genau kennt,

damit sie einen passenden Folgeauftrag geben kann. Und dafür ist wiederum wichtig, dass die Lernenden ehrlich ihren singulären Standort offenlegen.

2.3.3.3 Das Reisetagebuch

Das *Reisetagebuch* wird auch *Lernjournal* genannt und nimmt eine zentrale Position im Konzept des Dialogischen Lernens ein. Es dient dem Aufbau regulärer Kenntnisse und Fähigkeiten und wird dazu genutzt, die individuellen Auseinandersetzungen der Lernenden mit den fachlichen Inhalten zu sichern (Ruf und Gallin 2018, S. 55). Im Reisetagebuch dokumentieren die Lernenden ihre Erkundungen. Dabei findet nicht nur das Ergebnis Einzug, sondern explizit auch der Lernprozess mitsamt Irrwegen und Fehlern. Da das Reisetagebuch chronologisch geführt wird, spiegelt es das Erleben der singulären Positionen auch zeitlich wider. Außerdem werden die Texte ausformuliert und möglichst unzensiert niedergeschrieben. Damit ist gemeint, dass es zunächst nicht auf die Ansprüche globaler Normen ankommt, sondern die singuläre Standortbestimmung im Vordergrund steht (Ruf und Gallin 2019, S. 89).

Zunächst handelt es sich bei den Texten im Reisetagebuch um solche, die die Lernenden für sich schreiben, um ihren singulären Standort zu bestimmen. Darüber hinaus bieten die Texte jedoch auch einen Anlass zur Metakognition und dem Austausch mit anderen (Ruf und Gallin 2019, S. 89). So nutzt die Lehrperson das Reisetagebuch als Grundlage für ihre Rückmeldungen: Mithilfe der Texte erhält die Lehrperson Einblicke in die Potentiale der Lernenden und identifiziert Anlässe zum Eingreifen in den Lernprozess oder leitet Möglichkeiten der Beratung und Förderung ab. Dazu ist es erforderlich, dass die Lehrperson die Lernenden aufmerksam begleitet (Ruf und Gallin 2018, S. 66 ff.). Diese Begleitung wiederum erfordert ein „erwartungsvolle[s] und behütende[s] Zuhören“ (Ruf und Gallin 2018, S. 318). Es kann jedoch nur stattfinden, wenn die Lehrperson auch die Zeit bekommt, sich auf die Lernenden einzulassen. Im mündlichen Unterrichtsgeschehen ist dies bei einer standardmäßigen Lerngruppengröße von über 20 Lernenden kaum realisierbar. Die Lehrperson hat schlichtweg nicht die Zeit, einzeln mit den Lernenden in den Dialog zu kommen, wenn er mündlich erfolgt. Wird er hingegen ins Schriftliche verlagert, können die Lernenden das Reisetagebuch für ihre Eigentätigkeiten nutzen und mit der Lehrperson in Austausch treten, auch wenn diese nicht ununterbrochen zur Verfügung steht (Ruf und Gallin 2018, S. 275). Wichtig ist dafür, dass alle Lernenden ihre eigenen Reisetagebücher schreiben und die Lehrperson diese regelmäßig einsammelt und sichtet. Findet der Austausch im Schriftlichen statt, hat die Lehrperson die Möglichkeit, auf mehrere Lernende einzugehen, zumal mündlich geäußerte Ideen schnell flüchtig werden (Gallin und Hußmann 2006, S. 3). Der schriftliche Austausch im Reisetagebuch stellt im Konzept des Dialogischen Lernens also eine solide Basis

für eigenständiges und dialogisches Lernen dar (Ruf und Gallin 2019, S. 89). Auch wenn das Niederschreiben während der singulären Standortbestimmung seine Zeit in Anspruch nimmt, gilt bei Ruf und Gallin das Primat der Schriftlichkeit:

> Der Mathematikunterricht steht und fällt mir der Zeit, die man den SuS für individuelles Forschen zur Verfügung stellt. Die Kernidee darf schmucklos, der Auftrag rudimentär, die Rückmeldung minimal sein. Die Arbeit im Reisetagebuch dagegen darf unter keinen Umständen eingeschränkt oder abgekürzt werden, weil angeblich Zeitdruck herrscht. Das VERSTEHEN lässt sich nicht beschleunigen, und ein kurzfristiger Zeitgewinn durch rationelle Wissensvermittlung muss oft teuer bezahlt werden (Ruf und Gallin 2019, S. 135, Herv. i. Orig.).

Die Schriftlichkeit bringt den Vorteil mit sich, dass sie in der Auseinandersetzung mit den Inhalten für eine gewisse Verbindlichkeit sorgt (Ruf und Gallin 2018, S. 74). Darüber hinaus geben die Texte Auskunft darüber, ob die Lernenden sich in eigenen Worten zu den Inhalten äußern können. Dies ist insbesbesondere für den Start in einen Produktionsschwung wesentlich, da Ruf und Gallin (2018, S. 259) im Mathematikunterricht die größten Schwierigkeiten von Lernenden im Bereich der Produktion sehen.

An dieser Stelle sei angebracht, dass nicht nur das Offenlegen von Gedanken und Ideen im ausformulierten Text produktionsanregend sein kann. Stattdessen bieten sich auch Notizen und die Methode des lautes Denkens an (s. Schlager et al. 2018). Dies erscheint im Hinblick auf das Mathematiktreiben sogar noch natürlicher: Welche Mathematiktreibenden schreiben ihre Gedanken ausformuliert nieder? Wohl aber machen sie sich sicherlich Gedanken dazu, sprechen sie vielleicht auch laut aus, machen sich gleichzeitig Notizen dabei und suchen insbesondere die mündliche Diskussion darüber mit anderen.

Der Flüchtigkeit von mündlichen Äußerungen kann durch Ton- oder Videoaufzeichnungen entgegengewirkt werden. Beispielsweise können Lernende, die mit einem Tablet arbeiten, beim Bearbeiten eines Auftrags ihren Bildschirm aufzeichnen und gleichzeitig ihre Äußerungen dazu einsprechen. Dies stellt für die Lernenden nicht nur eine effiziente Möglichkeit der Dokumentation dar, sondern bietet der Lehrperson auch den Vorteil, dass sie zum Teil heraushören kann, wie die Inhalte die Lernenden auf der affektiven Ebene erreichen. Ein Beispiel für eine solche Aufzeichnung wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit angefertigt. Aufgrund des Datenschutzes wird sie jedoch nicht angehängt.

Das mündliche oder schriftliche Ausformulieren von Gedanken hat den Vorzug, dass auch andere Personen die teils flüchtigen oder anfangs noch ungeordneten Ideen besser nachvollziehen können und somit der Einstieg in den Austausch erleichtert wird. Dabei geht es im Zuge der singulären Standortbestimmung und des Austausch noch nicht um feingeschliffene, fehlerfreie Texte. Dennoch können gelungene Stellen aus dem Reisetagebuch dazu genutzt werden, die Inhalte für andere Lernende zu erklären. Hierfür werden die Ausschnitte beispielsweise für alle kopiert und als Lehrmittel zugänglich gemacht. Daneben können aber genauso auch fehlerhafte Stellen fruchtbar sein. Das Konzept des Dialogischen Lernens sieht vor, dass die Lernenden durch das Auflösen eines Fehlers ebenso viel Anerkennung erhalten wie durch das fehlerfreie Erfüllen eines Auftrags (Ruf und Gallin 2019, S. 167).

Im Dialogischen Lernen wird ähnlich wie bei Wagenschein (1968, S. 129) zwischen der *Sprache des Verstehens* und der *Sprache des Verstandenen* unterschieden. Die Sprache des Verstehens spiegelt den Werkstattcharakter der singulären Erkundungen wider. Die Sprache des Verstandenen wird hingegen für fertige Produkte genutzt und hat den Charakter einer Präsentation vor einem Publikum. Die Lernenden können bei der Verwendung der jeweiligen Sprache erleben, wie die horizontale Achse für die Regularitäten und die vertikale Achse für die Kommunikation genutzt werden (Ruf und Gallin 2018, S. 34 f.). Bei der Verwendung der Sprache des Verstehens gelten die Normen des internen Sprachgebrauchs, die die Aufzeichnungsfunktion in den Vordergrund stellen. Dazu zählt beispielsweise, dass der Aufwand des Schreibens gering gehalten wird. Die Normen des externen Sprachgebrauchs hingegen stellen die Erfassungsfunktion in den Vordergrund und machen das Schreiben zwar mühsamer, erleichtern jedoch das Lesen und legen die Inhalte damit einem breiteren Publikum frei (Ruf und Gallin 2019, S. 91 f.).

Die Texte der Lernenden im Reisetagebuch zeigen nicht nur individuelle Lernprozesse, sondern belegen auch, inwiefern der ursprüngliche Auftrag erfüllt wurde. Das Reisetagebuch kann damit auch für die Einschätzung des Leistungsstandes herangezogen werden. Denn für die Lernenden ist sehr wohl relevant, wie die Lehrperson ihre Leistungen einschätzt und ob sie den Ewartungen entsprechen (Ruf und Gallin 2019, S. 150). Allerdings sollte die Lehrperson von einer Korrektur anhand eines Kriterienkatalogs Abstand nehmen. Mit ihm steigert sich der Aufwand für das Sichten der Spuren immens, die Lehrperson nimmt sich die Offenheit für Überraschendes und schränkt ihre Möglichkeiten einer persönlichen Rückmeldung ein (Gallin und Hußmann 2006, S. 3 ff.). Ruf und Gallin sprechen sich stattdessen für das Verteilen von Häklein aus. An dieser Stelle wird jedoch nicht weiter auf das System der Häklein eingegangen. Es ist für die vorliegende Arbeit nicht von Relevanz, da es hier nicht um

eine Bewertung von Schülerleistungen geht, sondern um das fachliche Voranbringen der Lernenden.

2.3.3.4 Die Rückmeldung

In den Werken von Ruf und Gallin wird weniger der Begriff des Impulses verwendet, als vielmehr von *Rückmeldung* gesprochen. Die Tatsache, dass erst im zweiten Band ausführlicher auf Rückmeldungen eingegangen wird, lässt bereits erahnen, dass es sich um eine komplexe Tätigkeit handelt, die von der Lehrperson sehr viel Vorwissen und Erfahrung abverlangt. Bevor jedoch auf die Voraussetzungen der Lehrperson näher eingegangen wird, werden zunächst die Eigenschaften einer Rückmeldung beschrieben.

Im Konzept von Ruf und Gallin (1998) schließen Rückmeldungen den Kreislauf des Dialogischen Lernens, indem sie den Lernenden zu einem neuen Produktionsschwung verhelfen. Sie sollen „optimale Bedingungen für die nächste Runde im Lernprozess […] schaffen" (Ruf und Gallin 2019, S. 148). Drei Eigenschaften werden dabei als wesentlich für eine Rückmeldung beschrieben:

1. Eine Rückmeldung sollte **persönlich** sein. Das bedeutet, dass die Lehrperson auf die singulären Beiträge der Lernenden selbst auch auf singulärer Ebene antwortet. Sie nimmt dabei die Rolle eines sachkundigen Gesprächspartners ein und gibt ihre persönliche Meinung zum Produktionsschwung in Form von Ich-Botschaften preis. Wie oben erläutert, sind die Aufforderungen damit nicht explizit formuliert, sondern die Lernenden sollen selbst entscheiden, wie sie zu der Rückmeldung stehen und mit ihr umgehen. So können sie für sich daraus eine Botschaft ableiten oder einen anderen Standpunkt dazu einnehmen (Ruf und Gallin 2019, S. 147).
2. Eine Rückmeldung sollte Gelungenes **verstärken**. Das heißt sie legt den Fokus auf das, was die Lernenden bereits mitbringen und nicht auf das, was ihnen noch fehlt. Es geht also nicht darum, Fehlerhaftes zu korrigieren, sondern auf bereits Vorhandenem aufzubauen und es weiterzuentwickeln. Dies ist auch der Fall, wenn der Auftrag nicht erfüllt wurde. Damit ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass Fehler als Grundlage für eine Rückmeldung genutzt werden, aber es steht nicht im Vordergrund, dass ein Fehler gemacht wurde. Das Entscheidende ist, herauszufinden, welches Potential in den Beiträgen der Lernenden schlummert und was aus ihren Fehlern gelernt werden kann. Voraussetzung dafür ist, dass die Beiträge sorgfältig von der Lehrperson gesichtet werden. Arbeitet sie konsequent mit den Lernendenbeiträgen weiter, lernen die Schülerinnen und Schüler, ihre Fähigkeiten besser einzuschätzen und nächste Schritte und Ziele leichter zu finden (Ruf und Gallin 2019, S. 147).

3. Eine Rückmeldung sollte **konkret** sein. Damit ist gemeint, dass sie den Lernenden ihre Leistungen auf fachlicher Ebene wiederspiegelt. Dabei geht sie auf die dahinterliegenden Normen ein („Inwiefern ist dieser Schritt der Kern deiner Aussage?“) und zielt insbesondere *nicht* auf die persönliche Ebene („Das kannst du besser!“). Sie ist also möglichst frei von wertenden Elementen. Außerdem bezieht sich eine Rückmeldung auf einen konkreten Lernendenbeitrag und nimmt dabei das Wesentliche in den Blick. Einzelnes wird herausgegriffen, sodass nicht alles kommentiert wird, sondern eine Reduzierung auf das Notwendigste erforderlich ist. Hierfür empfiehlt es sich, mit der Rückmeldung konsequent auf die Entwicklung lokaler Normen abzuzielen, die für die Lernenden einsichtig sind und ihnen zu einem neuen Produktionsschwung verhelfen (Ruf und Gallin 2019, S. 147 f.).

Auch in den Rückmeldungen spiegeln sich die Handlungsleitlinien des Dialogischen Lernens wider. Eine Rückmeldung sollte ehrlich und authentisch sein. Dazu trägt beispielsweise bei, wenn die Lehrperson ernsthaft an den singulären Produktionen der Lernenden interessiert ist und fast ausschließlich Fragen stellt, deren Antwort sie noch nicht kennt (Ruf und Gallin 2019, S. 80).

Bei Zeitpunkt und Umfang einer Rückmeldung ist zu beachten, dass die Lernenden in ihrem Produktionsschwung nicht unterbrochen werden sollten. Daneben sollte die Lehrperson sich mit vorgreifenden Informationen oder Hinweisen zurückhalten, um die Lernenden nicht von ihrem Konzept abzulenken. Ruf und Gallin beschreiben die Rolle der Lehrperson dabei wie folgt:

> Du musst ein Gespür dafür entwickeln, wann Rückfragen des Zuhörers nicht nur reine Verständnisfragen sind, sondern Signale aus einem sich aufbauenden Vorstellungsraum. Im Moment, wo dein Zuhörer diesen Raum aufzubauen beginnt, musst du die Führung abgeben und den Zuhörer auffordern, die Sache im Horizont seines Vorstellungsraums weiter zu entwickeln. Auf diese Weise lernst du seine Vormeinungen kennen und musst nur dort eingreifen, wo er in seinem Denksystem irrt oder nicht weiterdenkt (Ruf und Gallin 2018, S. 303).

Es wird deutlich, dass es bei Rückmeldungen auch auf das Timing ankommt. Das Timing ist hierbei nicht zeitlich zu verstehen, sondern inhaltlich orientiert am Lernprozess. Solange sich die Lernenden in einer Phase der aktiven und individuellen Auseinandersetzung mit den Inhalten befinden, sollte sich die Lehrperson zurückhalten. Erst wenn sich die Produktionsschwünge dem Ende zuneigen oder sich die Lernenden zu weit von den fachlichen Normen entfernen, ist ein Eingreifen in den

Lernprozess gefordert. Solange sie sich jedoch in einem Produktionsschwung befinden und noch genügend Gestaltungswille vorhanden ist, brauchen sie „höchstens kurze, bestätigende oder korrigierende Rückmeldungen“ (Ruf und Gallin 2018, S. 320).

In der zweiten Eigenschaft einer Rückmeldung ist bereits eine Voraussetzung für ihren Erfolg angeklungen: Die Lehrperson muss zunächst eine gute Grundlage schaffen, indem sie sich in die Produktionsschwünge der Lernenden anhand ihrer singulären Spuren einlebt, sich in deren aufgebaute Systeme eindenkt und herausfindet, wo Potentiale vorhanden sind, welche Wege lohnenswert erscheinen und an welchen Stellen ein Eingreifen in den Lernprozess sinnvoll ist (Ruf und Gallin 2019, S. 147).

Für eine Rückmeldung sind insbesondere aber die diagnostischen Fähigkeiten von Relevanz. Wenn die Lehrperson nicht einschätzen kann, über welche Kompetenzen die Lernenden verfügen und in welchem Bereich sie sich fachlich gerade bewegen bzw. was sie fachlich umtreibt, können die *Eigendimensionen* nicht in Bezug zu den fachlichen *Hauptdimensionen* gesetzt werden. Dies ist jedoch Grundlage dafür, dass die Lernenden aus ihren Auseinandersetzungen zu Erkenntnissen gelangen (Ruf und Gallin 2018, S. 100). Die Eigendimension gibt dabei dem Handeln Antrieb und Richtung (Ruf und Gallin 2018, S. 113) und bildet die Ausdehnung der fachlichen Kompetenzen unter Berücksichtigung der individuellen Voraussetzungen der Lernenden ab. Hauptdimensionen beschreiben hingegen grundlegende und fundamental wichtige Strukturen und Inhalte, die das Fach konstituieren. Sie sind zunächst unabhängig von den Eigendimensionen, solange die Lernenden mit ihren Ideen keine neuen Erkenntnisse für das Fach liefern, wovon im Schulkontext in der Regel auszugehen ist.

Bei der Einschätzung der Komptenzen der Lernenden auf Basis ihrer Produktionen handelt es sich also um eine schwierige, aber sehr grundlegende Aufgabe der Lehrperson (Ruf und Gallin 2018, S. 103). Wenn sie die Aufgabe erfüllen kann und die notwendigen Grundlagen geschaffen sind, kann die Lehrperson in ihrer Rückmeldung Auskunft über den aktuellen Stand der Lernenden geben. Insbesondere sollte deutlich werden, inwiefern der ursprünglich gestellte Auftrag erfüllt wurde. Daran anschließend muss die Lehrperson eine Entscheidung über den weiteren Fortgang treffen. Sie kann beispielsweise einen Folgeauftrag stellen oder auf eine Übungsaufgabe im Schulbuch zurückgreifen.

Das Konzept des Dialogischen Lernens schließt die Arbeit mit einem Lehrbuch nicht aus. Wichtig ist jedoch, dass sich der Unterricht grundsätzlich und konsequent am dialogischen Kreislauf orientiert und die Beiträge der Lernenden zur Weiterarbeit nutzt (Ruf und Gallin 2019, S. 158). Letzteres ist vor allem nötig, um trotz des Strebens nach den Hauptdimensionen des Fachs die Eigendimensionen der Lernenden nicht

außer Acht zu lassen. Denn damit Lernende von den Rückmeldungen profitieren, sollten die individuellen Eigendimensionen berücksichtigt werden:

> Wir alle sind darauf angewiesen, unsere Fähigkeiten nach Maßgabe dessen, was wir besonders gut können und auch wollen, zu entwickeln, und nur dort, wo sich unser Tun an unserer Eigendimension orientiert, sind wir fähig und motiviert, das uns Mögliche zu leisten (Ruf und Gallin 2018, S. 99).

Dieses Zitat verdeutlicht zwei Aspekte: Zum einen können die regulären Normen des Fachs nicht für alle Lernenden gleichermaßen das Ziel sein. Die Eigendimensionen stecken den Rahmen für das Erreichen der Hauptdimensionen ab, sodass die Ergebnisse der Lernenden immer in Relation zu deren Eigendimension zu sehen sind (Ruf und Gallin 2018, S. 101). Zum anderen spielen auch der Wille und die Motivation der Lernenden für Rückmeldungen eine wesentliche Rolle. Eine Lehrperson kann eine noch so passende und anregende Rückmeldung geben – sie wird nicht viel bewirken, wenn die Lernenden nicht darauf eingehen möchten.

2.3.4 Der Kreislauf des Dialogischen Lernens

Der *Kreislauf des Dialogischen Lernens* wurde bereits vielfach erwähnt und soll nun näher erläutert werden. Er setzt sich aus den vier Instrumenten zusammen, die bereits erläutert wurden:

1. Auftrag
2. Reisetagebuch
3. Rückmeldung
4. Kernidee

Es wird zunächst kurz zusammengefasst, wie die Instrumente miteinander verbunden sind, bevor die verschiedenen Ebenen des Kreislaufs detaillierter erläutert werden.

Der Kreislauf ist immer in Bewegung. Er beginnt mit einer Kernidee, in der die Lehrperson den Gehalt des Fachgebiets auf persönliche Weise bindet. Die Kernidee bildet die Ausgangsbasis für einen Auftrag, in dem sich die Lernenden mit ihr befassen. Ihre Erkundungen halten sie im Reisetagebuch fest. Die Lehrperson nimmt die Spuren im Reisetagebuch wahr und reagiert darauf mit einer Rückmeldung, die den Kreislauf des Dialogischen Lernens schließt (Ruf und Gallin 2019, S. 11). Eine graphische Darstellung des Kreislaufs ist Abb. 2.2 zu entnehmen.

In der Grafik sind neben den didaktisch ausgerichteten Stationen auch die pädagogisch geprägten Phasen *Ich*, *Du*, *Wir* zu erkennen. Es handelt sich dabei um die „wichtigsten Stufen, die jeder Mensch auf dem Weg zur Mündigkeit in jedem Fach-

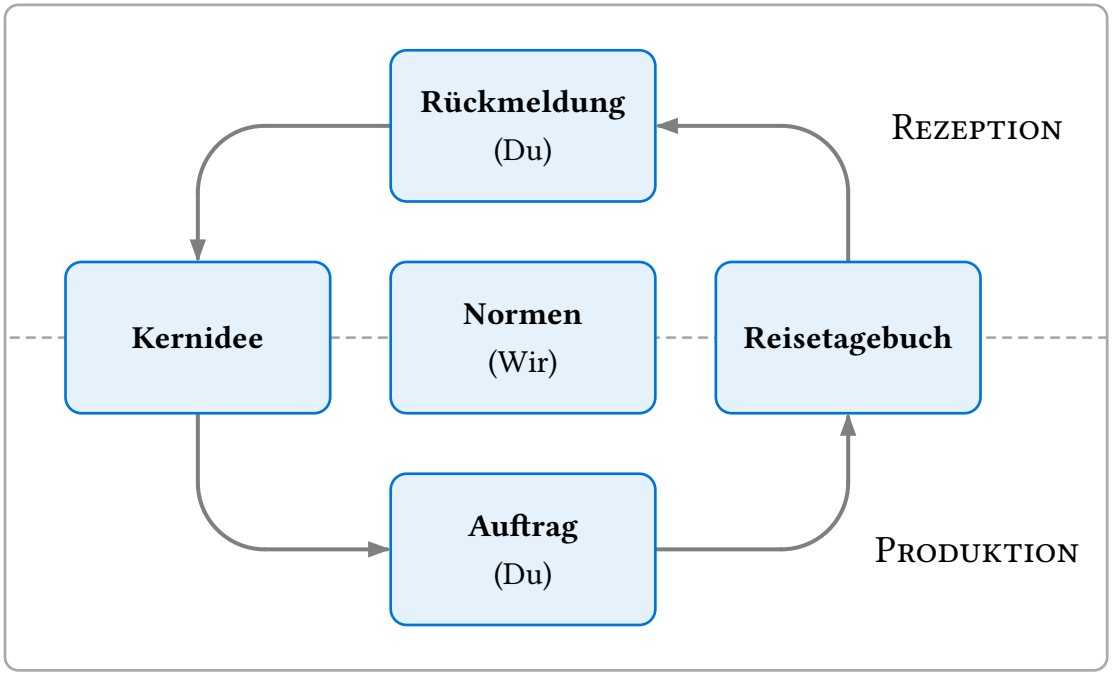


Abb. 2.2: Der Kreislauf des Dialogischen Lernens (Ruf und Gallin 2019, S. 12)

gebiet immer wieder zu durchlaufen hat“ (Ruf und Gallin 2018, S. 112). Sie werden auch als *Grundkräfte* des Dialogischen Lernens bezeichnet, die mit den folgenden Zielen verbunden sind (Ruf und Gallin 2018, S. 235):

- **Ich**: Vertrauen in die eigenen Möglichkeiten.
- **Du**: Neugier auf Fremdes und Respekt vor den Reaktionen des Gegenübers.
- **Wir**: Zuversicht bei der Suche nach Verbindungen und Zusammenhängen.

Diese drei Phasen gehen auf die drei psychologischen Grundbedürfnisse nach Deci und Ryan (1993, S. 229) ein, nämlich die Autonomie, die soziale Eingebundenheit und das Selbstwirksamkeitserleben. Diese wissenschaftliche Verankerung des Dialogischen Lernens wird auch bei Ruf (2008, S. 233) selbst erwähnt.

In der Ich-Phase werden die Lernenden persönlich herausgefordert. Sie sollen sich ganz unvoreingenommen mit den Gegenständen befassen. Ziel dieser Phase ist zunächst, dass sich die Lernenden ihrer eigenen Position bewusst werden und die ihnen zur Verfügung stehenden Kräfte mobilisieren, um den Inhalten zu begegnen. Wichtig dabei ist, dass die Lehrperson auf fachbezogene Erwartungen den Lernenden gegenüber verzichtet, damit sie so offen wie möglich dem Gegenstand gegenübertreten können (Ruf und Gallin 2018, S. 24). Mit dem Ziel, dass sich die Lernenden in ein Verhältnis zum vorgegebenen Stoff setzen, vergleichen Ruf und Gallin (2018, S. 113) die Aufgabe der Lehrperson mit der Hebammenkunst im sokratischen Sinne. Das bedeutet, dass Singuläres in den Lernenden vorhanden ist und lediglich ins Bewusstsein gerückt werden muss. Erst wenn die Lehrperson abschätzen kann, wohin sich die

Lernenden mit ihren Eigendimensionen bewegen, kann die nächste Phase angebahnt werden.

Die Du-Phase steht für das spielerische Erproben neuer Handlungsmöglichkeiten, die sich durch den Austausch mit einem Gegenüber ergeben. Im Vordergrund steht die Koordination zwischen den persönlichen Sichtweisen und den fachlichen Regularitäten (Ruf und Gallin 2018, S. 112 ff.). Diese muss jedoch nicht zwingend von der Lehrperson übernommen werden, sondern auch andere Lernende können diese Rolle übernehmen, da alle als Du ihre singuläre Position einnehmen. Insgesamt entsteht dadurch ein nahezu ausgeglichener Dialog, in dem alle Teilnehmenden (eben auch die Lehrperson) ihre singulären Positionen preisgeben. Die Lehrperson muss in dieser Phase also noch nicht die Rolle der Vertretung der Regularitäten einnehmen (Gallin und Ruf 2018, S. 2).

In der Wir-Phase steht die Anwendung des Gelernten in einem sozialen Umfeld im Vordergrund (Ruf und Gallin 2018, S. 112). Hier treffen die vertikalen Eigendimensionen und die horizontalen Hauptdimensionen zusammen. In Abb. 2.2 wird dies durch die Position der Normen im Zentrum des Kreislaufs anschaulich dargestellt.

2.3.4.1 Produktion und Rezeption

Neben den drei Phasen Ich-Du-Wir wird der Kreislauf des Dialogischen Lernens in die zwei Ebenen der Rezeption und der Produktion unterteilt. Sie sind in Abb. 2.2 durch eine gestrichelte Linie miteinander verbunden. Beide sind aus Sicht der Lernenden zu sehen und können mit den Zuständigkeiten erläutert werden: Während der Produktion sind die Lernenden selbst tätig und setzen sich mit den Inhalten weitestgehend eigenständig auseinander. Während der Rezeption nehmen sie die Rückmeldungen des Gegenübers auf. Für die vier Instrumente des Kreislaufs sieht die Verortung in Produktion und Rezeption wie folgt aus:

- Die Kernidee befindet sich an der Schnittstelle zwischen Rezeption und Produktion. Sie schafft die Verbindung zwischen den persönlichen Sichtweisen der Lehrperson auf das Fachgebiet und der Auseinandersetzung der Lernenden mit den Inhalten.
- Über den Auftrag erhalten die Lernenden zunächst die Möglichkeit, ihren singulären Standort zu den Inhalten selbstständig zu bestimmen (Ich).
- Das Reisetagebuch ermöglicht wiederum den Übergang von der Produktion in die Rezeption, indem die Spuren der Erkundungen für andere sichtbar werden.
- Bei der Rückmeldung produziert das Gegenüber, und die bzw. der Lernende rezipiert (Du).

Das Auslösen eines Produktionsschwungs kann im Mathematikunterricht vor größere Herausforderungen stellen als in anderen Fächern (Ruf und Gallin 2018, S. 257). Die Lernenden müssen so angesprochen werden, dass sie sich in ihren eigenen Worten zu einem mathematischen Problem äußern können, ohne die Lösung bereits zu kennen (Ruf und Gallin 2018, S. 262).

Doch auch das Einleiten der Rezeption ist nicht einfach zu bewältigen. Bei der Rezeption kommt es darauf an, dass die Lernenden sich nicht als Objekte behandelt fühlen, sondern als Personen angesprochen werden (Ruf und Gallin 2018, S. 262). Die Lehrperson sollte daher beim Sichten der Spuren im Reisetagebuch die Lernenenden stets im Hinterkopf behalten. Darüber hinaus sollten Korrekturen nicht den Mittelpunkt einer Rezeptionsphase darstellen. Stattdessen empfiehlt es sich, die Lernenden mit einer vertiefenden Kernidee zu einem neuen Produktionsschwung einzuladen und sie damit in ihrer Auseinandersetzung mit den Inhalten weiterzuführen (Ruf und Gallin 2018, S. 262).

Entscheidend ist das Wechselspiel zwischen Produktion und Rezeption. Das harmonische Abwechseln der beiden Phasen ist Grundlage dafür, dass sie sich gegenseitig bestärken (Ruf und Gallin 2018, S. 259). Würden die Lernenden ausschließlich produzierend tätig sein, hätten sie keinen Anreiz durch das erwartungsvolle Gegenüber. Wenn die Lernenden andererseits nur rezipierend dem Unterricht folgen würden, würde der Mathematikunterricht im Abspulen von Algorithmen enden. Zusammengefasst: „Produktion ohne adäquate Rezeption läuft leer; Rezeption ohne eigenständige Produktion macht taub“ (Ruf und Gallin 2018, S. 269).

Daneben ist das Reguläre für den Unterricht von großer Bedeutung. Es wird jedoch nicht einseitig von der Lehrperson vorgegeben, sondern entwickelt sich im anschließenden Austausch mit den Lernenden (Wir). Die Normen stehen im Zentrum des dialogischen Kreislaufs (s. Abb. 2.2) und werden gemeinsam ausgehandelt. Sie bilden sich im Unterrichtsverlauf immer stärker heraus, sodass schließlich auf von der Lerngruppen anerkannte Regularitäten zurückgegriffen werden kann (Ruf und Gallin 2019, S. 11). Sie sind nicht als Ziel des Unterrichts zu verstehen, sondern als sein *Kraftzentrum*:

> Normen sind Voraussetzungen und Orientierungshilfe beim Entwickeln von Kernideen, beim Generieren von Aufträgen, bei der eigenständigen Arbeit im Reisetagebuch und beim Rückmelden. Entfernt sich der Unterricht zu weit vom Kraftzentrum der Normen, ufert er divergierend aus ins Beliebige, kommt er dem Kraftzentrum zu nahe, erstarrt er konvergierend im Doktrinären. Normen spenden Energie, wenn sie dem Austausch dienen. Absolut gesetzt, wirken sie tödlich (Ruf und Gallin 2019, S. 149).

Das Zitat unterstreicht, dass Normen einerseits einen wesentlichen Baustein im Dialogischen Lernen darstellen, andererseits aber auch einen negativen Einfluss haben können. Sie werden daher nicht als Ziel verfolgt, sondern die Lernenden kreisen im Lernprozess um sie herum und nähern sich ihnen immer weiter an.

2.3.4.2 Das dialogische Lernen als Spirale

Da bei einem Kreislauf in der Regel der Ausgangspunkt immer wieder durchkreuzt wird, wird in diesem Abschnitt eine alternative Veranschaulichung vorgestellt. Im Durchlaufen des Kreislaufs des Dialogischen Lernens finden sich immer neue Kernideen und die Lernenden entwickeln sich fachlich weiter, sodass Klimke (2021, S. 66) den Kreislauf als Spirale interpretiert. Diese ist in Abb. 2.3 abgebildet.

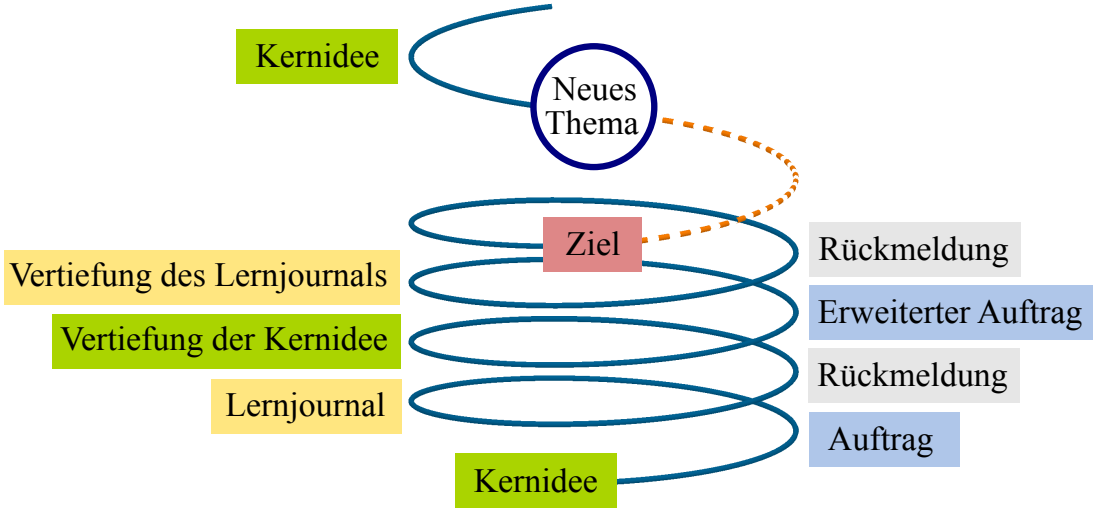


Abb. 2.3: Instrumentenkreislauf in Spiralform (nach Klimke 2021, S. 66)

Die Spiralform soll verdeutlichen, dass der Kreislauf kein Ende hat und die Lernenden vor allem nicht wieder am Startpunkt auskommen. Außerdem verdeutlicht sie die zirkulären Lernbewegungen, die die Lernenden immer höhere Ebenen ihrer Fähigkeiten erreichen lassen (Klimke und Lutz-Westphal 2018, S. 976). Diese Idee lässt sich noch weiter ausbauen, da Klimke selbst von einer sich zuspitzenden Spirale spricht und zur Visualisierung einen Zeitstrahl vorschlägt (Klimke 2021, S. 66). Statt des Zeitstrahls soll hier jedoch eine konische Spirale vorgeschlagen werden, die das Annähern verdeutlicht (Ansteeg 2023, S. 534). Sie ist in Abb. 2.4 zu sehen.

Die Kernidee stellt in dieser Abbildung den fachlichen Kern dar, den sie neben dem individuellen Zugang zum Thema ebenfalls beschreiben kann (Klimke und Lutz-Westphal 2018, S. 977). Ausgelöst durch einen Auftrag bewegen sich die Lernenden in Produktionsschwüngen auf der Spirale immer weiter nach oben und nähern sich damit der Kernidee an. Dennoch bleibt es ein nie endender Prozess. Die Lernenden kommen den fachlichen Inhalten immer ein Stückchen näher, aber gänzlich erreichen

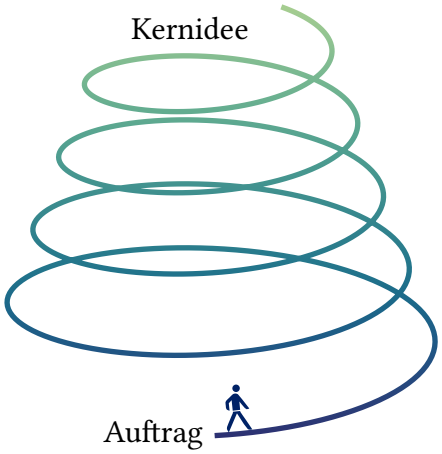


Abb. 2.4: Darstellung des Lernprozesses mit einer konischen Spirale

werden sie sie vermutlich nicht. Die Reihenfolge der Lernschritte ist auf der Spirale nicht vorgeschrieben, sondern die Lernenden können den Weg individuell ausgestalten (Ansteeg 2023, S. 534 f.).

2.3.4.3 Divergenz und Konvergenz

Voraussetzung dafür, dass sich die Lernenden den fachlichen Normen annähern, ist das Zusammenspiel von *Divergenz* und *Konvergenz*. Mit Divergenz ist die Kraft gemeint, die die Lernenden ins Singuläre zieht. Dabei verlassen sie den Weg des geringsten Widerstandes und geben sich ihren persönlichen Erkundungen hin. Konvergenz hingegen bedeutet das Streben nach Regularitäten, nach einer für alle gültigen Lösung. Auf sie kann als gemeinsame Ausgangsbasis zurückgegriffen werden (Ruf und Gallin 2018, S. 127). Die beiden Kräfte sind in Abb. 2.5 dargestellt, wobei die eben beschriebene konische Spirale des Dialogischen Lernens als Modell dient, die von oben betrachtet wird.

Das Wechsespiel zwischen Konvergenz und Divergenz ist grundlegend für die Spiralform. Wenn die Lernenden ausschließlich divergierend unterwegs sind, verlieren sie sich in ihren singulären Ideen und können nicht mehr zueinander finden. Als Folge ist der Austausch verhindert und die Lernenden isolieren sich. Wenn der Unterricht andererseits ausschließlich nach Konvergenz strebt, lässt er die Lernenden außen vor. Im Mittelpunkt stehen dann regularisierende Mechanismen (Ruf und Gallin 2018, S. 137). Lernende, für die nur die Konvergenz zählt, müssen sich keine Fragen mehr stellen. Sie können Regeln und Vorschriften ohne kritisches Hinterfragen annehmen. Es hat dann keine Bedeutung, sich zu den Regeln zu positionieren. Ihnen entgeht, wie *belebend* es sein kann, sich kontrovers über Inhalte zu unterhalten und Ideen dazu auszutauschen. Der Austausch ermöglicht das Einnehmen anderer Sichtweisen. Dies setzt jedoch voraus, dass sich die Lernenden selbst zu den Inhalten positioniert haben, da sie ansonsten voreingenommen durch die Sichtweisen anderer handeln.

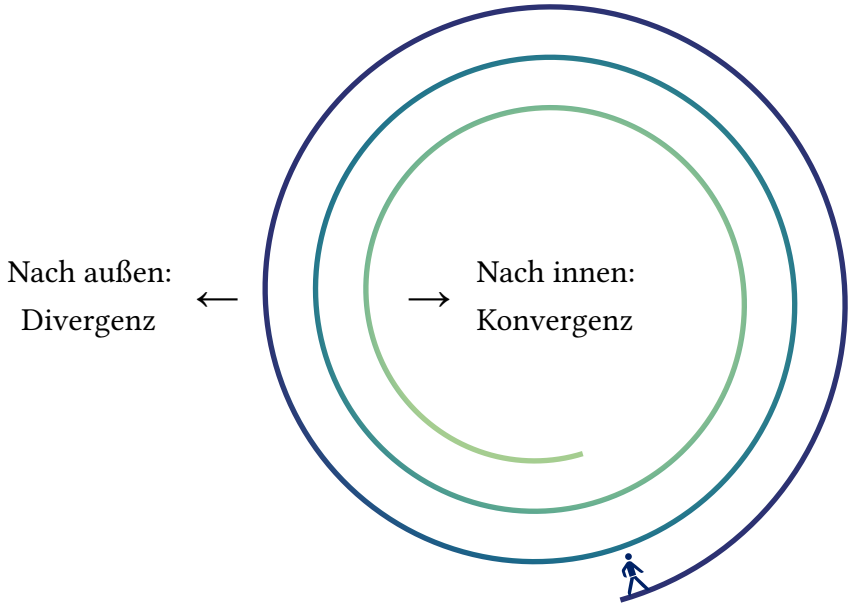


Abb. 2.5: Darstellung von Konvergenz und Divergenz im dialogischen Lernprozess

Ruf und Gallin (2018, S. 128) vergleichen die Notwendigkeit beider Seiten mit dem Aus- und Einatmen:

> Divergenz und Konvergenz sind der ein- und ausatmende Atem des Lernens und Erkennens. Einatmend öffnen wir uns der Umgebung und bauen eine singuläre Potenz auf; ausatmend sammeln wir die Kräfte und geben ihnen gestaltend eine bedeutungsvolle Form.

Es mag nachvollziehbar erscheinen, dass sich die Phasen des Divergierens und Konvergierens im Unterricht ablösen sollten. Tatsächlich jedoch verlangen diese Übergänge sowohl von der Lehrperson als auch von den Lernenden einiges ab. Die Lernenden benötigen Mut und Beharrlichkeit, um sich auf divergierende Produktionsschwünge einzulassen und dabei auf Sicherheiten des Regulären zu verzichten. Die Lehrperson wiederum benötigt eine hohe geistige Beweglichkeit, um einen geeigneten Zeitpunkt für die Rückkehr ins Reguläre zu finden und den Austausch mit anderen einzuleiten (Ruf und Gallin 2018, S. 145). Auch wenn das Wechselspiel der Lehrperson vielfältige Optionen bereitstellt, die sorgfältig abzugwägen sind, sollte sie sich den Herausforderungen annehmen, denn „wenn Divergenz nicht immer wieder in Konvergenz umschlägt, kann keine kontinuierliche Entwicklung stattfinden“ (Ruf und Gallin 2018, S. 140).

Die Wissenschaft ist stark konvergenzorientiert. Die Mathematik ist ein gutes Beispiel dafür, da mathematische Publikationen als Konvergenzprodukte den Rezipienten eine fertige Lösung präsentieren. Es entsteht der Eindruck, dass der Weg zum Ziel unwichtig ist, insbesondere wird kaum über seine Beschwerlichkeit und

begangene Irrwege gesprochen. Dabei können diese sehr aufschlussreich sein. Für die Lernenden ist es vor allem frustrierend, wenn sie ausschließlich mit Konvergenzprodukten konfrontiert werden, die einen schnellen Weg in Routinen ermöglichen und damit einen gewissen konvergenten Zwang ausüben (Ruf und Gallin 2018, S. 144).

Auch im Lehrbuch wird den Lernenden kaum offenbart, wie viel Zeit Mathematiktreibende mit divergierenden Tätigkeiten verbringen, bis sie ans Ziel gelangen. Dabei macht genau dieses divergierende Phantasieren doch den Reiz aus, auch wenn am Ende oft nur das fertige Ergebnis präsentiert wird. Im Mathematikunterricht steht häufig das schnelle Beherrschen von standardisierten Verfahren im Vordergrund (Ruf und Gallin 2018, S. 138).

Vielleicht trägt dieser Eindruck auch dazu bei, dass das Fach Mathematik oft nicht zu den beliebstesten zählt. Wenn die Lernenden zu wenig Zeit für das Divergieren bekommen und am Ende nicht der Weg, sondern nur das Ergbenis zählt, ist es nicht verwunderlich, wenn es im Mathematikunterricht besonders schwer fällt, bei den Lernenden Produktionsschwünge auszulösen. Im Mathematikunterricht sollte also darauf geachtet werden, die Lernenden in Phasen des produktiven Schaffens zu entlassen, und sich nicht nur auf das Anwenden eingeübter Algorithmen zu beschränken (Ruf und Gallin 2018, S. 269).

Ruf und Gallin (2018, S. 122) vergleichen die Überbetonung der Konvergenz mit dem Weg durch einen Tunnel – ein Gebiet wird auf schnelle Weise durchquert und das Ziel ist erreicht, bis zum Ziel wird dafür aber auch nichts gesehen. Es wäre vermessen, zu erwarten, dass sich die Lernenden anschließend in dem Gebiet auskennen, zumal sie beim Austritt aus dem Tunnel vielleicht sogar ‚geblendet' werden und keine Idee davon haben, wie sie dorthin gelangt sind oder sich ohne Tunnel zurechtfinden sollten. Anders ausgedrückt: „Der Preis für die konvergente Zuspitzung ist der Verlust der divergierenden Landschaft" (Ruf und Gallin 2018, S. 142).

Es gehört also zu einer der wesentlichen Aufgaben einer Lehrperson, das Wechselspiel zwischen Konvergenz und Divergenz in Gang zu halten:

> Die Vermittlung zwischen dem Singulären und dem Regulären im inszenierten Spiel von Divergenz und Konvergenz wird damit zur zentralen Aufgabe des Pädagogen. Er muss mit den Regularitäten seines Fachs auf Du und Du stehen, damit er den Lernenden den Spielraum für eigenes Divergieren und Konvergieren aussparen kann. Dabei steht das freie Spiel der Kräfte im Vordergrund und nicht die Erfüllung vorgegebener Normen (Ruf und Gallin 2018, S. 169).

Das Zitat verdeutlicht, dass neben dem Geschick für die Balance und dem Veranlassen des Wechselspiels zwischen Konvergenz und Divergenz auch ein hohes fachliches Wissen der Lehrperson erforderlich ist. Gleiches gilt auch für die Impulsgebung, wie es in Abschnitt 3.3.1 verdeutlicht wird.

2.3.5 Verbindungen zur Impulsgebung

Ziel dieses Abschnitts ist es, die Zusammenhänge zwischen dem Konzept des Dialogischen Lernens und der Impulsgebung zu explizieren, um deutlich zu machen, inwiefern das Konzept dazu genutzt werden kann, die Impulsgebung theoretisch zu fundieren. Da die theoretische Fundierung zur Impulsgebung erst im nächsten Kapitel vorgenommen wird, werden an dieser Stelle einige Inhalte daraus vorweggegriffen und entsprechend darauf verwiesen. Konkret soll aufgezeigt werden, welche Bereiche des Konzepts für die Impulsgebung ertragreich sind oder auf sie angewendet werden können. Die folgende Darstellung der Verbindungen ist dabei nicht als vollständig zu betrachten, sondern beschränkt sich aus Gründen der Übersicht auf die wichtigsten Zusammenhänge.

Verbindungen zwischen dem Dialogischen Lernen und der Impulsgebung

- Der Dialog steht beim Dialogischen Lernen im Mittelpunkt des Unterrichts. Damit wird die Bedeutung der Kommunikation und des gemeinsamen Austauschs über die Inhalte sichtbar. Diese Herangehensweise stellt eine wertvolle Grundlage zur Sensibilisierung für die Relevanz von Impulsen im Unterricht dar (s. Abschnitt 2.1).
- Im Konzept des Dialogischen Lernens werden Lernprozesse als Kreisläufe verstanden, in denen sich Phasen der Produktion und der Rezeption abwechseln. Damit wird ein Lernverständnis ausgedrückt, welches stark konstruktivistisch geprägt ist. Dies spiegelt sich in der Impulsdefinition im Rahmen dieser Arbeit wider, da sie umfasst, dass Impulse zur eigenständigen Auseinandersetzung mit den Inhalten (zurück-)führen (s. Abschnitt 3.1.1).
- Der Kreislauf des Dialogischen Lernens wird in dieser Arbeit als Spirale weitergeführt, die eine anschauliche Darstellung von Impulsen ermöglicht und dadurch zur Begriffsbestimmung beiträgt: Ein Impuls bedeutet immer auch ein Eingreifen in den Lernprozess, das gut überlegt sein sollte (s. Abschnitt 3.1).
- Die Weiterarbeit mit den Lernendenbeiträgen ist ein wesentliches Element im Dialogischen Lernen und wird in der Arbeitsdefinition eines Impulses

abgebildet. Hier werden ausschließlich Impulse betrachtet, die sich unmittelbar an einen Lernendenbeitrag anschließen. Impulse zum Einführen in eine Unterrichtsstunde oder in ein neues Thema, die von der Lehrperson im Vorfeld gut überlegt werden können, werden nicht durch die Definition abgedeckt (s. Abschnitt 3.1.1).

- Das Dialogische Lernen stellt ein fächerübergreifendes Konzept dar. Allerdings werden hin und wieder spezifische Anforderungen für das Fach Mathematik dargestellt. Diese lassen sich als Einflussfaktoren auf die Impulsgebung identifizieren (s. Abschnitt 3.2). Darüber hinaus kann das Konzept zum Teil Anhaltspunkte für den Umgang mit Besonderheiten des Fachs Mathematik bei der Impulsgebung liefen (s. Abschnitt 3.2.4).
- Viele der Anforderungen, die ein Unterrichten nach dem Dialogischen Lernen an die Lehrperson stellt, sind ähnlich zu den Voraussetzungen, die eine Lehrperson für die Impulsgebung mitbringen sollte. Beispielsweise sind hohe fachliche Kompetenzen notwendig, um in den Lernendenbeiträgen Anküpfungspunkte für die Weiterarbeit zu erkennen und dementsprechende Impulse zu setzen (s. Abschnitt 3.3.1).
- Die Handlungsleitlinien des Dialogischen Lernens können insgesamt auch für Impulse herangezogen werden. Sie werden zum Teil konkret in den Leitgedanken bei der Impulsgebung abgebildet (s. Abschnitt 3.3.2).
- Die Rückmeldung stellt eines von vier Instrumenten des Dialogischen Lernens dar, mit dem der Kreislauf des Dialogischen Lernens geschlossen und bei Lernenden ein neuer Produktionsschwung ausgelöst wird. Dieses Auslösen stimmt mit der Absicht eines Impulses überein, die Lernenden in ihrer fachlichen Auseinandersetzung weiterzubringen. Das Verständnis der Rückmeldung zeigt sich daher auch in der Bestimmung des Impulsbegriffs – der Impuls kann als Teil einer Rückmeldung gesehen werden (s. Abschnitt 3.1). Des Weiteren werden die Eigenschaften einer Rückmeldung dazu genutzt, um weitere Qualitätskriterien daraus abzuleiten (s. Abschnitt 3.3.7).
- Daneben bietet das Konzept des Dialogischen Lernens weitere Ansatzpunkte, um Qualitätskriterien von Impulsen herauszuarbeiten. So legt es viel Wert auf die singuläre Standortbestimmung der Lernenden und verdeutlicht dadurch den Individualitätsanspruch von Impulsen. Darüber hinaus stellt es die Bedeutung von Produktionsschwüngen für die Lernprozesse heraus, die sich ebenfalls in einem Qualitätskriterium wiederfinden. Durch die konsequente Weiterarbeit mit den Lernendenbeiträgen wird außerdem das Kriterium

> des Anknüpfens an einen Lernendenbeitrag legitimiert. Hierin kommt auch das Würdigen der Gedankenwelten der Lernenden zum Vorschein (s. Abschnitt 3.3.7).

Das Konzept des Dialogischen Lernens hat neben den eben offengelegten Verbindungen zur Impulsgebung allerdings nicht nur den direkten Einfluss auf die theoretische Fundierung zur Impulsgebung, sondern es fließt auch bei der Gestaltung der Seminarkonzeption ein. So finden sich einzelne Herangehensweisen und Elemente, die typisch sind für das Dialogische Lernen, auch im konzipierten Seminar wieder. Beispielsweise werden die Teilnehmenden dazu aufgefordert, einen Lerntagebuch-Eintrag zu ihren Erfahrungen aus der Praxis zu schreiben und in Form eines *Sesseltanzes* mit anderen zu teilen (s. Ruf und Gallin 2018 S. 39 f. und Anhang C.1.9). Darüber hinaus entspricht es einer dialogischen Herangehensweise, den Teilnehmenden keine Vorschriften zu machen, sondern auf ihre Reflexionsfähigkeiten zu setzen und sie überlegen zu lassen, was die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung mit ihnen gemacht hat und was sie für sich daraus mitnehmen.

Insgesamt fließt das Konzept des Dialogischen Lernens also an verschiedenen Stellen quer und längs der gesamten Arbeit ein.

2.4 Zusammenfassung

Die Forschung macht die **grundlegende Bedeutung** von Impulsen für den Unterricht deutlich. Als Merkmal der Tiefenstruktur haben Impulse einen starken Einfluss auf die kognitive Entwicklung der Lernenden. Durch den Einsatz von Impulsen in jeder Unterrichtsstunde und den hohen Einfluss auf die Lernrpozesse der Schülerinnen und Schüler gehört die Impulsgebung zu einer Kernpraktik von Lehrpersonen. Insbesondere im Mathematikunterricht ist das Gespräch über die fachlichen Inhalte für das Aushandeln gemeinsamer Normen unerlässlich. Da die Impulsgebung aufgrund der Situativität mit zahlreichen Herausforderungen verbunden ist, müssen Lehrpersonen angemessen auf sie vorbereitet werden. Darüber hinaus wird die Relevanz der Auseinandersetzung mit der Impulsgebung in der Lehrkräftebildung durch das weiterhin stark dominierende I-R-E-Schema in der Unterrichtskommunikation und den oft vorherrschenden Impulsen von geringem kognitiven Aktivierungsgrad unterstrichen.

Für die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung auf theoretischer Ebene lassen sich zwei Konzepte heranziehen, die sich gut miteinander verbinden lassen: Das Scaffolding und das Dialogische Lernen.

Unter dem **Konzept des Scaffolding** wird eine temporäre Unterstützung der Lernenden durch die Lehrperson verstanden. Drei Vorgehensweisen sind für das Scaffolding zentral: Erstens die individuelle Anpassung der Unterstützung an die Lernenden auf diagnostischer Grundlage durch die Lehrperson. Zweitens das sukzessive Zurücknehmen der Unterstützung, sobald die Lernenden zu mehr Selbstständigkeit in ihrem Lernprozess vordringen. Und drittens die Übertragung der Verantwortung für den Lernprozess an die Lernenden, die mit dem Zurücknehmen der Hilfestellungen einhergeht. Anhand des Saffolding werden die hohen Anforderungen an Lehrpersonen bei der Impulsgebung deutlich. Lehrpersonen müssen nicht nur eine Reihe von Kompetenzen mitbringen, sondern auch unter Berücksichtigung der situativen Gegebenheiten den Überblick behalten. Ähnlich wie beim Scaffolding spielen die diagnostsichen Fähigkeiten dabei eine besondere Rolle, da die Impulsgebung auf dem Feststellen des individuellen Lernstandes beruht.

Der Ansatz der temporären Unterstützung erinnert stark an die **Stufe der nächsten Entwicklung nach Vygotsky**, die den Unterschied zwischen den Problemen darstellt, die die Lernenden selbstständig lösen können, und denen, die sie mit Hilfestellung in der Lage sind zu lösen. Bezogen auf die Impulsgebung bedeutet das, dass durch gezielte Impulse bedeutende Lernfortschritte gemäß der kognitiven Entwicklung der Lernenden erzielt werden können. Ausgehend von diesem Grundgedanken werden in der vorliegendenen Arbeit Lernstufen differenziert, die als Vorbereitung auf die Impulsgebung herangezogen werden können.

Das **Konzept des Dialogischen Lernens** nach Urs Ruf und Peter Gallin (1998) stellt eine gute Möglichkeit dar, sich der Impulsgebung auf einer theoretischen Ebene zu nähern und Grundlagen für eine intensive und reflektierte Auseinandersetzung mit ihr zu schaffen. Die vorgestellten Handlungsleitlinien des Dialogischen Lernens spiegeln eine Grundeinstellung der Lehrpersonen wieder, die von Respekt und Offenheit geprägt ist. Darüber hinaus kann die Weiterarbeit mit den Lernendenbeiträgen als roter Faden im Konzept des Dialogischen Lernens angesehen werden (Lutz-Westphal 2021), der sich ebenfalls gut als Leitgedanke für die Impulsgebung eignet und in der vorliegenden Arbeit Einfluss auf die Arbeitsdefinition eines Impulses nimmt.

Von den vier Instrumenten des Dialogischen Lernens stellt die **Rückmeldung** diejenige dar, die sich unabhängig vom verfolgten Konzept der Lehrperson in jedem Unterricht wiederfinden lässt, auch wenn darunter ggf. etwas leicht Unterschiedliches verstanden werden kann. Die Forderungen, die Ruf und Gallin an Rückmeldun-

gen stellen, lassen sich gut auf Impulse übertragen, sodass sie sich zur Identifikation von Qualitätskriterien von Impulsen eignen. Insgesamt bietet das Konzept des Dialogischen Lernens zahlreiche Anhaltspunkte für die theoretische Fundierung der Impulsgebung. Interessierten Lesenden wird eine weitergehende Beschäftigung mit dem Konzept des Dialogischen Lernens nahegelegt.

Theoretische Fundierung der Impulsgebung im Mathematikunterricht

3

Ziel dieses Kapitel ist die theoretische Fundierung der Impulsgebung als Grundlage für die Konzeption eines Seminars zur Förderung der Impulsgebung von Lehrpersonen. Aufgrund des Facettenreichtums der Impulsgebung setzt sich das Kapitel aus vielen Abschnitten zusammen. Diese werden im Folgenden kurz beschrieben.

In Abschnitt 3.1 wird zunächst der Begriff des Impulses näher eingegrenzt, um in Abschnitt 3.1.1 in einer Impulsdefinition im Rahmen dieser Arbeit zu münden. Diese stellt die gemeinsame Grundlage für die weiteren Abschnitte dar. Daneben werden in Abschnitt 3.1.2 Ziele unterschieden, die mit einem Impuls verfolgt werden können. Da sich die Impulsgebung nicht nur auf den kurzen Moment des Impulsgebens beschränkt, wird in Abschnitt 3.1.3 der Prozess der Impulsgebung in mehrere Phasen unterteilt. Aus der Erläuterung des Vorgehens der Lehrperson in den einzelnen Phasen werden die hohen Ansprüche deutlich, mit denen die Impulsgebung bei Lehrpersonen verbunden ist.

Auch die vielen Einflussfaktoren sorgen dafür, dass die Impulsgebung eine herausfordernde Aufgabe darstellt. Sie werden in Abschnitt 3.2 beschrieben. Als direkte Teilhabende am Impulsgebungsprozess haben die Lehrperson und die Lernenden einen großen Einfluss auf die Impulsgebung. Aber auch die Lernsituation kann einen nicht zu unterschätzenden Faktor darstellen. Viele der ausgearbeiteten Einflussfaktoren gelten fächerübergreifend, auch wenn in der vorliegenden Arbeit stets der Bezug zum Mathematikunterricht hergestellt wird. Dennoch lassen sich Besonderheiten des Faches Mathematik feststellen. Diese werden in Abschnitt 3.2.4 thematisiert. Die Einflussfaktoren ins Bewusstsein zu rücken sensibilisiert für die hohe Situativität der Impulsgebung. Die Vielzahl an Einflussfaktoren macht außerdem deutlich, wie schwierig es ist, ein Ziel für den Impuls zu setzen und seine Auswirkungen abzuschätzen.

Abschnitt 3.3 befasst sich mit Anknüpfungspunkten für die Verbesserung der Impulsgebung. Dazu werden in Abschnitt 3.3.1 zunächst die Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung geklärt. Eng verbunden mit der Mathematikspezifik

von Impulsen sind Leitgedanken, die bei der Impulsgebung im Mathematikunterricht hilfreich sein können. Sie werden in Abschnitt 3.3.2 thematisiert.

In Abschnitt 3.3.3 werden Tätigkeiten differenziert, die bei den Lernenden durch einen Impuls ausgelöst werden. Den Tätigkeiten können wiederum Ansätze zugeordnet werden, die die Lehrperson zum Auslösen der Tätigkeiten verfolgt. Sie werden in Abschnitt 3.3.4 näher beschrieben. Die Klassifizierungen ermöglichen außerdem einen gesonderten Blick auf den kognitiven Anspruch von Impulsen im Mathematikunterricht, wie er in Abschnitt 3.3.5 vorgenommen wird. Mit dem Impulskatalog wird schließlich in Abschnitt 3.3.6 eine konkrete Möglichkeit vorgestellt, die Impulsgebung zu verbessern, da er eine Sammlung von Impulsansätzen mit Beispielen und den jeweils zugeordneten Tätigkeiten bietet.

Des Weiteren kann ein Impuls im Hinblick auf seine Güte klassifiziert werden. Um die Güte eines Impulses einschätzen zu können, werden in Abschnitt 3.3.7 Qualitätskriterien von Impulsen identifiziert. Sie leiten sich zu großen Teilen aus dem Konzept des Dialogischen Lernens ab und stellen für die Arbeit an der Impulsgebung ein wichtiges Instrument dar.

Mit Abschnitt 3.4 wird eine Differenzierung von übergeordneten Lernzielen zur Impulsgebung vorgenommen. Es handelt sich dabei nicht um die Lernziele des konzipierten Seminars, sondern um solche, die insgesamt bei einer intensiven Auseinandersetzung mit der Impulsgebung anzustreben sind. Die Lernziele können als eine Art Zusammenfassung des in Kapitel 3 entwickelten theoretischen Hintergrundes angesehen werden.

Den Abschluss des Kapitels bildet Abschnitt 3.5 mit dem Hinweis auf konkrete Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung. Sie sind eng verbunden mit den übergeordneten Lernzielen sowie den Anknüpfungspunkten zur Verbesserung der Impulsgebung.

3.1 Begriffsverständnis eines Impulses

Bei einem *Impuls* handelt es sich um einen Umstand oder Faktor, der „ein bestimmtes Verhalten, eine bestimmte Entwicklung, einen bestimmten Prozess auslöst“ (Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften o. J.). Im Gegensatz dazu bezieht sich eine Rückmeldung explizit auf ein vorangegangenes Verhalten einer anderen Person und wird daher auch mit einer Antwort verglichen (Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften o. J.) Ein Impuls ist also eher nach vorne gerichtet, eine Rückmeldung nimmt auch das bereits Geschehene in den Blick. Sie ist eine „Zwischenstation in einem andauernden Lernprozess“ (Ruf und Gallin 2019, S. 147)

(s. Abschnitt 2.3.3.4). So gegensätzlich werden die Begriffe hier jedoch nicht gesehen, sondern eher als ineinanderfließend. Wenn Rückmeldungen dazu genutzt werden, Einfluss auf zukünftiges Verhalten zu nehmen, lässt sich ein Impuls als Teil einer Rückmeldung verstehen. Dabei kann der Impuls explizit geäußert werden („Du solltest beim nächsten Mal langsamer sprechen“) oder implizit aus der Rückmeldung hervorgehen („Das war für mich zu schnell“). Der Impuls steckt dann im Aufforderungscharakter, der mit der Rückmeldung einhergeht. Er kann auch als „verbale Initialzündung“ eingesetzt werden, wobei er Verständnisfragen von Seiten der Lernenden zulassen sollte (Bittner 2006, S. 120).

Um sich ein Bild davon zu verschaffen, was ein Impuls im Unterricht eigentlich ist und was ihn sowie die Impulsgebung generell ausmacht, kann es hilfreich sein, einen bildlichen Vergleich anzustellen.[6] Für diesen Vergleich soll hier das Billard-Spiel herangezogen werden, wie es beispielhaft in Abb. 3.1 zu sehen ist. Das Bild zeigt zwei Personen, die Billard spielen. Eine der beiden Personen lehnt sich über den Billardtisch und zielt mit dem Queue auf eine Kugel. Sie schaut dabei sehr konzentriert.

Bei einem Vergleich der Impulsgebung mit dem Billard-Spiel lassen sich zunächst die jeweiligen Elemente zueinander in Beziehung setzen. Dies wird in Tab. 3.1 mithilfe einer Gegenüberstellung vorgenommen.

Abb. 3.1: Bild eines Billard-Spiels (Quelle: pexels.com)

[6] An dieser Stelle danke ich Johanna Heitzer für die Idee, den Impulsbegriff und den Prozess der Impulsgebung im Rahmen der Arbeit auch anhand der Analogie zum physikalischen Impulsbegriff bei mechanischen Stoßprozessen zu erläutern.

Billard-Spiel	**Impulsgebung im Unterricht**
Spielende Person	Lehrperson
Kugeln	Lernende
Queue	Sprache, Mimik, Gestik, o. Ä.
Billardtisch	Fachliches Stoffgebiet
Taschen	Fachliche Lernziele
Anstoßen einer Kugel	Setzen eines Impulses

Tab. 3.1: Gegenüberstellung der Elemente aus Billard-Spiel und Impulsgebung

Es versteht sich von selbst, dass dieser Vergleich seine Grenzen hat. So haben zum Beispiel die Kugeln auf dem Billardtisch abgesehen von der Farbe dieselben oder zumindest sehr ähnliche Eigenschaften, insbesondere verhalten sie sich bei gleichem Anstoß gleich. Eine Lerngruppe hingegen bringt in der Regel eine sehr große Vielfalt mit. Vor allem hat derselbe Impuls nicht bei allen Lernenden die gleichen Auswirkungen. Darüber hinaus ist das fachliche Stoffgebiet im Gegensatz zur Oberfläche des Billardtischs nicht so ‚eben' und ‚glatt', sondern lässt sich eher mit einer Berglandschaft vergleichen.

Die Liste der Einschränkungen ließe sich sicherlich noch verlängern. Auf der anderen Seite können aber auch zahlreiche treffende Assoziationen zwischen dem Billard-Spiel und der Impulsgebung hergestellt werden. Beispielsweise:

- Ein Impuls ist ein Eingriff in den Lernprozess.
- Ein Impuls lässt sich mit dem Anstoßen einer Kugel vergleichen. Er hat eine Stärke und eine Richtung.
- Bei der Impulsgebung sind nicht nur die Stärke und die Richtung zu beachten, sondern auch der Anknüpfungspunkt sowie das vorgesehene Ziel.
- Manche Lernende sind (für den Moment) nur schwer erreichbar.
- Ein Impuls kann sich auf mehrere Lernende auswirken.
- Die Auswirkungen einer Impulsgebung sollten gut durchdacht werden, da ein Impuls auch Schaden verursachen kann.
- Ein Impuls kann auch mit Energieverlust einhergehen.
- Es lohnt sich, einen gezielten Impuls zu setzen.
- Die Lehrperson kann sich immer nur auf einen Impuls gleichzeitig konzentrieren. Sie kann sich jedoch bereits mögliche Folgeimpulse überlegen.

- Es ist herausfordernd, den Überblick über die individuellen Lernstände innerhalb der Lerngruppe zu behalten.
- Jede Lehrperson geht bei der Impulsgebung anders vor, es gibt kein ‚richtig' oder ‚falsch'.
- Die Impulsgebung ist nicht abschließend erlernbar, aber Übung macht den Meister.

Während sich die ersten Assoziationen noch auf den konkreten Vergleich zwischen Billard-Spiel und Impulsgebung beziehen, gehen die letzten zwei Assoziationen mehr in die Richtung der Weiterentwicklung der zugehörigen Fähigkeiten. An dieser Stelle ist die Situationsabhängigkeit eines Impulses hervorzuheben: Es lässt sich nicht sagen, dass eine Lehrperson die Impulsgebung ein für allemal beherrscht, da sie immer wieder anders verlaufen kann und von zahlreichen Einflussfaktoren abhängt (s. Abschnitt 3.2). Dennoch ist es sinnvoll, sich bewusst mit Impulsen zu beschäftigen und ihren Einsatz zu reflektieren. Denn je mehr Möglichkeiten die Lehrperson sieht oder kennt, also je mehr Erfahrung sie bei der Impulsgebung einbringt, desto größer sind die Chancen, dass sie einen passenden Impuls findet.

Auch bei den Assoziationen lassen sich wieder beispielhaft Grenzen feststellen: Wenn eine Kugel in eine Tasche gestoßen wurde, ist diese aus dem Spiel. Anders herum ist der Lernprozess nicht beendet, sobald die Lernenden ein Lernziel erreicht haben. Im Gegenteil ist das Treffen einer Tasche eher mit einem Wieder-Anstoßen des Lernprozesses zu vergleichen. Außerdem können die Kugeln ausschließlich durch die spielende Person und durch einen Stoß mit dem Queue bewegt werden. Die Lernenden jedoch sind nicht bis zu diesem Maße abhängig von der Lehrperson, sondern können und sollten auch eigenständig Inhalte erkunden.

Solange die Grenzen der Anschauung des Vergleichs bekannt sind, lässt sich über sie hinwegsehen, sodass sich das Bild des Billard-Spiels eignet, um das Wesentliche bei der Impulsgebung im Blick zu behalten. Es kann hilfreich sein, sich den Vergleich immer wieder vor Augen zu führen, da er die Kernelemente der Impulsgebung anschaulich darstellt.

3.1.1 Impulsdefinition im Rahmen dieser Arbeit

Trotz des anschaulichen Vergleichs mit dem Billard-Spiel ist der Impulsbegriff noch nicht hinreichend beschrieben. Abhilfe bietet die folgende Definition eines Impulses, die die Ausgangsbasis für die vorliegende Arbeit bildet (modifiziert nach Ansteeg und Heitzer 2024, S. 13):

Impulsdefinition im Rahmen dieser Arbeit

Ein *Impuls* ist ein fachlich orientiertes Anknüpfen an einen Lernendenbeitrag mit der Absicht, die Lernende oder den Lernenden möglichst unmittelbar in der eigenständigen Auseinandersetzung mit den Inhalten weiterzubringen.

Dieses Begriffsverständnis erinnert stark an das Prinzip der temporären Hilfestellung beim Scaffolding (s. Abschnitt 2.2) und enthält gleichzeitig Elemente der Rückmeldung aus dem Dialogischen Lernen (s. Abschnitt 2.3.3.4).

Bei der Definition sind drei Aspekte besonders zu betonen: Es soll sich um ein **fachlich orientiertes** Anknüpfen handeln. Impulse, die nicht auf den fachlichen Fortschritt abzielen, sind also nicht gemeint. Aussagen wie „Du schaffst das, mach' weiter so!" zielen hauptsächlich auf die Motivation der Lernenden ab. Impulse, die ein affektives oder psychomotorisches Ziel verfolgen, sind nicht Fokus der weiteren Auseinandersetzung, auch wenn sie sich auf die kognitiven Ziele auswirken können. Ein (fachlich orientierter) Impuls sollte nach Möglichkeit natürlich auch motivierend wirken, auch wenn dies hier nicht im Vordergrund steht.

Das **Anknüpfen** an einen Lernendenbeitrag soll deutlich machen, dass es sich nicht um Impulse handelt, die im Zuge der Unterrichtsvorbereitung in Ruhe überlegt worden sind und sich ggf. an die ganze Lerngruppe wenden. Die hier betrachteten Impulse werden spontan in der jeweiligen Unterrichtssituation gegeben und beziehen sich auf einen konkreten Beitrag einer Schülerin oder eines Schülers.

In der **eigenständigen Auseinandersetzung** mit den Inhalten spiegelt sich das zugrundeliegende konstruktivistische Lernverständnis wider. Es wird davon ausgegangen, dass die Lernenden die Inhalte besser durchdringen, wenn sie sie sich in einer zunehmend eigenständigen Auseinandersetzung erarbeiten.

Die vorliegende Definition eines Impulses schließt besondere Arten von Impulsen wie stumme Impulse nicht aus. Darüber hinaus spielen Tonfall, Gestik und Mimik eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Wirkung eines Impulses. Es wäre jedoch unredlich zu behaupten, im Rahmen dieser Arbeit die Impulsgebung mit all ihren Facetten ausreichend behandeln zu können. Aus diesem Grund wird hier folgende Fokussierung vorgenommen: Im Sinne der obigen Definition wird die Formulierung von Impulsen im Hinblick auf ihre fachlichen und fachdidaktischen Wirkungen hin untersucht. Auch wenn Faktoren wie Sprechtempo, Stimmstärke, Sprechweise und Dialektfärbung einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Wirkung eines Impulses haben (Bittner 2006, S. 88 f.), sind sie nicht Gegenstand der näheren Auseinandersetzung.

Im Hintergrundkapitel zum Konzept des Dialogischen Lernens wurde der Lernprozess als konische Spirale dargestellt (s. Abb. 2.4 in Abschnitt 2.3.4). Ein Impuls lässt sich in diesem Bild gut verorten und ist in Abb. 3.2 zusätzlich eingefügt.

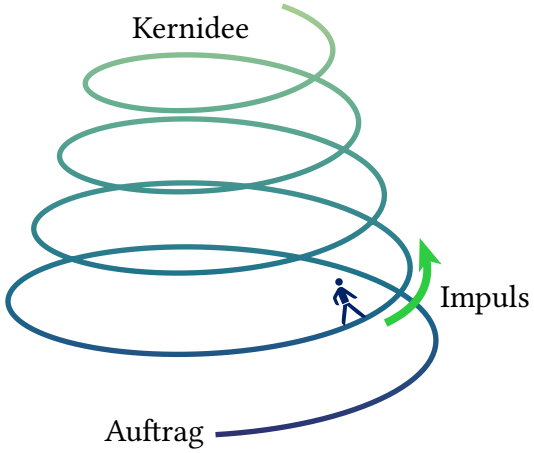


Abb. 3.2: Darstellung eines Impulses im Lernprozess

Bildlich gesprochen bewegen sich die Lernenden in Spiralform der Kernidee entgegen. Dabei sind sie auf ihrer eigenen Spirale unterwegs, die also individuell verschieden ist. Die Steigung der Spirale gibt an, wie weit die Lernenden mit ihren Schritten fachliche Fortschritte erzielen. Der ‚höchste Punkt' der Spirale ist die fachliche Tiefe, die die Lernenden erreichen können. Sie ist entsprechend der Individualität der Spiralen ebenfalls individuell verschieden. Die Mittellinie durch die Spirale steht für die individuellen Grenzen des fachlichen Fortschritts. Der Abstand der Lernenden zur Mittellinie beschreibt also, wie weit die Schülerin oder der Schüler von ihren bzw. seinen persönlichen Grenzen entfernt ist. Der Abstand zum ‚Boden' der Spirale beschreibt, wie weit die Lernenden bereits auf fachlicher (nicht auf persönlicher) Ebene vorgedrungen sind.

Ein Impuls stellt einen Eingriff in den Lernprozess dar. Eine Lehrperson sollte daher sorgfältig abwägen, ob er wirklich sinnvoll erscheint.

Um sich die zu betrachtenden Impulse besser vorstellen zu können, hilft folgende Vorstellung: *Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an einer Aufgabe oder gehen einem Auftrag nach. Dabei ist es nicht entscheidend, ob die Arbeit in Einzel-, Partner-, oder Gruppenarbeit erfolgt. Die Lehrperson geht währenddessen durch den Klassenraum und verschafft sich einen Eindruck von den Arbeiten der Lernenden.*
Aufgrund ihrer Beobachtungen gibt es vier Anlässe für eine Impulsgebung:

- Die fachliche Auseinandersetzung lässt sich weiter vertiefen.
- Der Lernprozess ist ins Stocken geraten oder gerät voraussichtlich bald ins Stocken.
- Der Lernprozess entfernt sich zu weit von der Kernidee.

- Eine Schülerin bzw. ein Schüler hat einen Fehler gemacht, der behoben werden sollte.

Diese vier Anlässe schließen sich nicht gegenseitig aus und sind nicht schnittmengenfrei. Ein Lernprozess kann z. B. aufgrund eines Fehlers ins Stocken geraten sein. Die Reaktion auf die drei Anlässe muss nicht zwingend durch einen Impuls umgesetzt werden. Die Lehrperson kann sich auch dazu entschließen, keinen Impuls zu setzen. Diese Entscheidung sollte jedoch möglichst bewusst und reflektiert getroffen werden.

An dieser Stelle ist hervorzuheben, dass ein Impuls nicht ausschließlich durch einen fehlerhaften Beitrag veranlasst wird. Impulse, die den Lernprozess vertiefen, indem sie z. B. zu einer neuen Denkrichtung, zu einer breiteren Vernetzung oder tiefer ins Zentrum der Kernidee führen, sind gleichermaßen von Bedeutung. Es wäre unangebracht, davon auszugehen, dass Impulse lediglich für Lernende gedacht sind, die in irgendeiner Weise auf ungünstige Wege geraten sind, um sie wieder in eine erfolgversprechende Richtung zu leiten. Impulse sind explizit nicht nur für besonders leistungsschwache oder -starke Schülerinnen und Schüler gedacht, sondern für alle Lernenden gleichermaßen. Um einen individuellen Impuls zu setzen, der auf den aktuellen Stand der Lernenden in ihrem Lernprozess eingeht, sollten Lehrpersonen ihre Zielsetzung für den Impuls entsprechend anpassen. Der Rahmen für die Zielsetzung wid im nächsten Abschnitt erläutert.

3.1.2 Ziele von Impulsen

Laut Definition im Rahmen dieser Arbeit sind Impulse im engeren Sinne nur diejenigen, die die Lernenden in ihrer fachlichen Auseinandersetzung mit den Inhalten weiterführen. Allerdings ist es möglich, dass für die Weiterarbeit zunächst Voraussetzungen geschaffen werden müssen. Eine Voraussetzung ist beispielsweise, dass die Lehrperson den Stand der Lernenden im Lernprozess möglichst gut einschätzen kann. Auch hierfür eignen sich Impulse. Diese eher diagnostisch angelegten Impulse können als Teilschritt zum ‚eigentlichen' Impuls angesehen werden, mit dem eine Weiterarbeit beabsichtigt wird.

Es lassen sich daher zwei Ziele von Impulsen unterscheiden: Mit einem Impuls kann primär das Ziel verfolgt werden…

1. mehr über den genauen Stand der bzw. des Lernenden im Lernprozess in Erfahrung zu bringen.
2. der bzw. dem Lernenden zum Weiterkommen im Lernprozess zu verhelfen.

Das Wort primär ist hier wichtig: Impulse, die ein diagnostisches Ziel verfolgen, können auch zum fachlichen Fortschritt führen – so wie Impulse zum Weiterkommen

der Diagnose dienen können. Wenn die Lehrperson den Impuls gibt, das bisherige Vorgehen zu beschreiben, ist dies eher ein diagnostisch angelegter Impuls. Wenn der Schüler oder die Schülerin beim Schildern des Vorgehens allerdings bemerkt, dass er oder sie einen Fall noch nicht betrachtet hat, kann dies auch zum Vertiefen der Inhalte und damit zum Weiterkommen im Lernprozess führen. Umgekehrt verrät die Lernendenreaktion im Nachgang an einen Impuls, ob der ursprünglich diagnostizierte Lernstand korrekt eingeschätzt wurde und wie er sich im Anschluss entwickelt hat. Das eine schließt das andere also nicht aus.

Die beiden Ziele sind in Abb. 3.3 bildlich dargestellt. Dabei stellen die grau gefärbten Stufen die einzelnen Schritte im Lernprozess dar, die auf Grundlage der stoffdidaktischen Analyse durchlaufen werden müssen, damit die Inhalte verstanden werden können. Eine solche Aufteilung ist in Abschnitt 4.1 exemplarisch für das graphische Integrieren durchgeführt worden. Die Differenzierung lässt sich auch für einzelne Aufgaben vornehmen, was sich für Lehrpersonen empfiehlt, um sich der Anforderungen und des inhaltlichen Aufbaus einer Aufgabe bewusst zu werden.

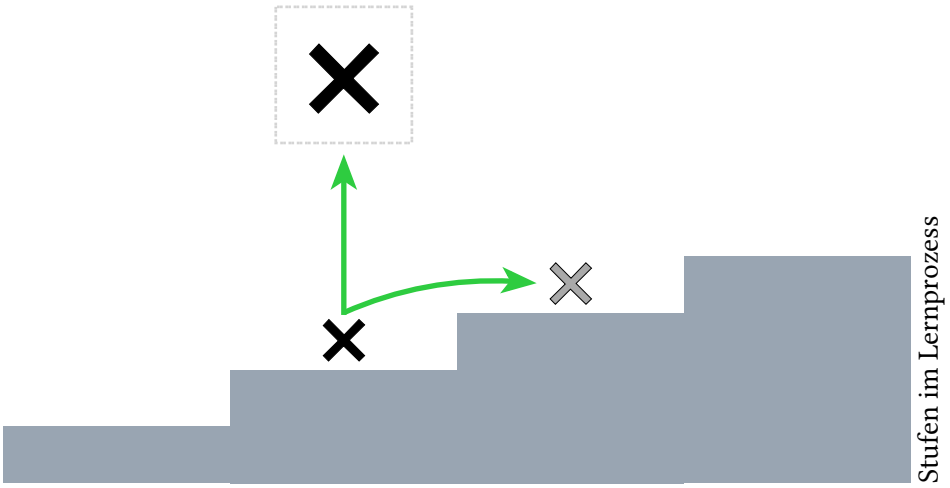


Abb. 3.3: Darstellung zweier Ziele von Impulsen

Auf der zweiten Lernstufe befindet sich ein schwarzes X. Es markiert den Stand der bzw. des Lernenden im Lernprozess. Die beiden grünen Pfeile stehen jeweils für einen Impuls. Der Pfeil, der nach oben gerichtet ist, führt zu einem großen schwarzen X und stellt das Ziel dar, den Lernstand genauer einzuschätzen. Der zweite grüne Pfeil führt auf ein graues X auf der nächsten Stufe. Es symbolisiert den angestrebten Zustand nach Vollendung des Impulses, nämlich dass die bzw. der Lernende inhaltlich fortgeschritten ist und die nächste Stufe erreicht hat.

Grundsätzlich ist das Ziel der Impulsgebung das gleiche wie das Ziel des gesamten Unterrichts: Der Ausbau der fachlichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler. Eine passende Einschätzung des Lernstandes ist jedoch Voraussetzung für das Gelin-

gen eines Impulses, der zum fachlichen Fortschritt anregt. Neben der Einschätzung des Lernstandes gehört außerdem die Einschätzung des Leistungsvermögens der Lernenden: Die realistische Einschätzung des Leistungsvermögens ist ein entscheidendes Qualitätsmerkmal einer guten Gesprächsführung (Leisen 2007, S. 118). Wenn der Lernstand zwar richtig eingeschätzt wird, das Leistungsvermögen aber zu hoch eingestuft wird, kommt es trotzdem zu einer Überforderung auf Seiten der Lernenden. Die diagnostischen Fähigkeiten der Lehrperson werden also für beide Aspekte benötigt.

Auch wenn es sich bei Impulsen mit dem Ziel der Diagnose auch um Impulse handelt, werden in der vorliegenden Arbeit Impulse mit dem Ziel des Weiterkommens im Lernprozess in den Fokus genommen. Diagnostische Impulse werden gewissermaßen als ggf. anstehende Vorarbeit für den eigentlichen Impulsgebungsprozess angesehen. Dies meint jedoch nicht, dass sie damit weniger wichtig sind.

3.1.3 Der Prozess der Impulsgebung

Zur Impulsgebung gehört nicht nur, dass die Lehrperson sich einen Impuls überlegt und diesen an die Lernenden weitergibt. Die Impulsgebung stellt sich als wesentlich komplexer heraus, weshalb hier von der Impulsgebung als Prozess gesprochen wird. Dabei lassen sich verschiedene Phasen voneinander unterscheiden, die in Abb. 3.4 dargestellt sind.

Der Prozess der Impulsgebung beginnt bereits damit, dass die Lehrperson einen Lernendenbeitrag wahrnimmt. Nach der Impulsdefinition in dieser Arbeit (s. Abschnitt 3.1.1) stützt sich ein Impuls stets auf einen Beitrag einer Schülerin oder eines Schülers, sodass er Voraussetzung für den Prozess der Impulsgebung ist.

Mithilfe ihrer diagnostischen Fähigkeiten (s. Abschnitt 3.2.1.2) nimmt die Lehrperson zunächst eine Einordnung des Lernstandes vor. Sie schätzt dabei ein, auf welcher Stufe im Lernprozess sich die bzw. der Lernende befindet (s. Abschnitt 3.1.2), was bereits verstanden wurde, und an welchen Stellen es sinnvoll erscheint, in den Lernprozess einzugreifen.

Auf dieser Grundlage entwickelt die Lehrperson Handlungsoptionen für einen Impuls. Dazu legt sie zunächst ein fachliches Ziel für den Impuls fest: Was ist der nächste inhaltliche Schritt, den die bzw. der Lernende erreichen sollte? Sie sollte nun verschiedene Ansätze für einen Impuls (s. Abschnitt 3.3.4) zur Verfügung haben: Welche Möglichkeiten gibt es, das zuvor festgelegte Ziel zu erreichen? Zu den verschiedenen Ansätzen schätzt sie ihre jeweilige Auswirkung auf den Lernprozess ab: Inwiefern ist der Ansatz geeignet, um das Ziel zu erreichen? Meistens gibt es mehrere Ansätze, die verfolgenswert sind, da sie unterschiedliche Teilaspekte in den

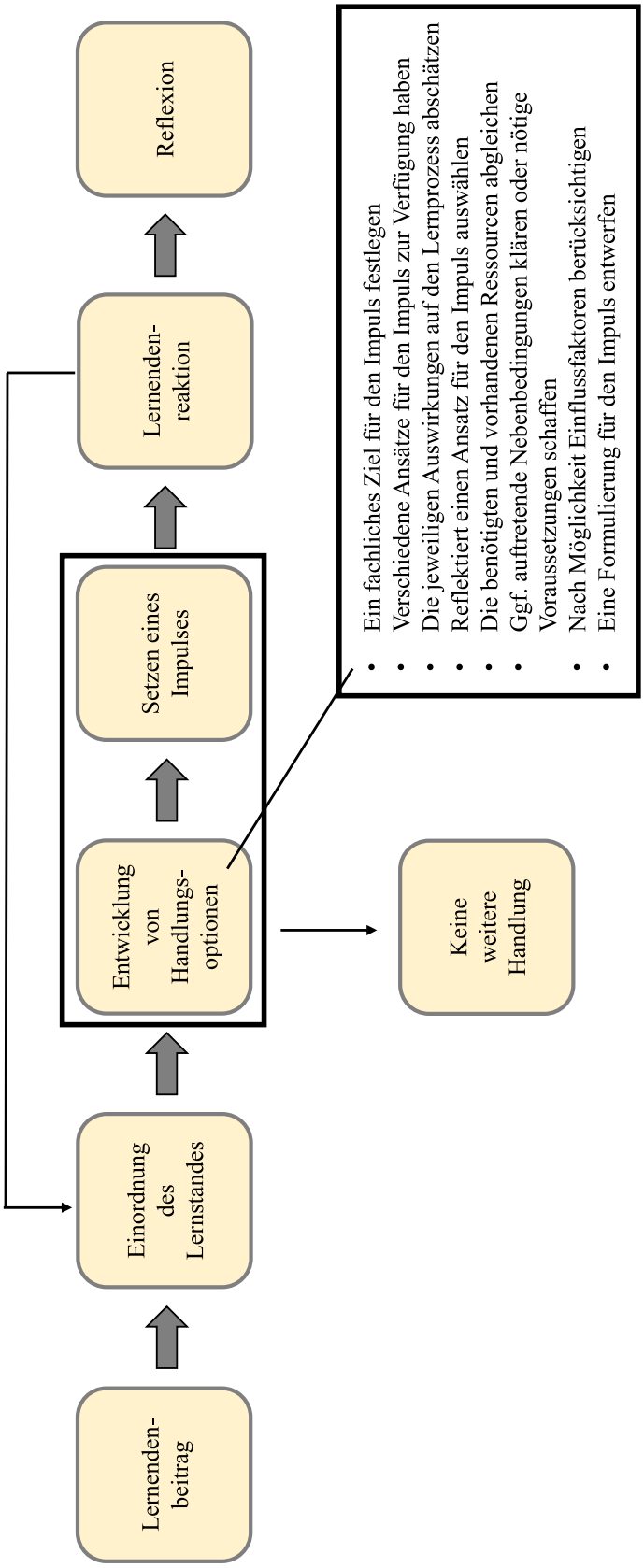


Abb. 3.4: Der Prozess der Impulsgebung

Fokus rücken. So kann ein Ansatz beispielsweise mehr Unterstützung beim Wechsel der Darstellungsformen bieten, während mit einem anderen Ansatz vermehrt strategieorientierte Ziele wie das Anfertigen einer Skizze verfolgt werden. Die Lehrperson hat also die Aufgabe, sich reflektiert für einen Ansatz zu entscheiden: Welcher Ansatz ist unter den gegebenen Bedingungen am besten geeignet, das Ziel zu erreichen? Bevor sie den Impuls nach dem ausgewählten Ansatz geben kann, ist ein Abgleich zwischen den benötigten und den vorhandenen Ressourcen sinnvoll: Welche Ressourcen braucht es, damit der Impuls gelingen kann? Unter Ressourcen sind z. B. zeitliche oder emotionale Ressourcen zu verstehen. Für manche Impulse muss den Lernenden mehr Zeit eingeräumt werden, andere Impulse verlangen den Lernenden eine höhere Frustrationstoleranz ab. Hier ist es wichtig, achtsam mit den Ressourcen der Lernenden umzugehen (s. Abschnitt 3.3.7). Ein Impuls kann darüber hinaus durch den Einsatz von Materialien oder Medien bedingt sein. Die Lehrperson sollte also alle Voraussetzungen treffen, damit der Impuls gelingen kann: Welche Bedingungen können geschaffen werden, damit der Impuls bei den Lernenden die gewünschte Reaktion hervorrufen kann? Diese Betrachtungen gehen mit der Berücksichtigung von Einflussfaktoren einher (s. Abschnitt 3.2): Welche Einflüsse von Seiten der Lernenden, der Lehrenden, oder von außerhalb wirken auf den Prozess ein? Dabei ist anzumerken, dass die Einflussfaktoren äußerst vielfältig sind und nur bedingt berücksichtigt werden können. Die Entwicklung von Handlungsoptionen schließt mit dem Entwerfen einer Formulierung für den Impuls: Wie sollte der Impuls formuliert werden, damit er sein Ziel erreichen kann? Die Verständlichkeit des Impulses ist hierbei entscheidend und bildet eines der Qualitätskriterien guter Impulse, die in Abschnitt 3.3.7 erläutert werden.

Nachdem die Lehrperson alle Vorkehrungen getroffen hat, kann sie nun den eigentlichen Impuls setzen. Hierbei spielen viele weitere Faktoren wie Gestik, Mimik oder die Körperhaltung der Lehrperson eine wichtige Rolle. Sie werden hier jedoch nicht weiter ausgeführt, um den Fokus der vorliegenden Arbeit nicht zu verlassen. Die Lehrperson kann sich auch dazu entschließen, keinen Impuls zu setzen und damit nicht weiter in den Lernprozess einzugreifen. In diesem Fall endet der Prozess an dieser Stelle.

Je nach Impuls sollte die Lehrperson die Reaktion der Lernenden abwarten. Auch wenn dies natürlicherweise Zeit in Anspruch nimmt, lohnt es sich aus mehreren Gründen: Zum einen kann es sein, dass die Schülerin oder der Schüler den Impuls nicht richtig verstanden hat und eine Nachfrage stellen möchte. Weiterhin ist es möglich, dass aufgrund der Herangehensweise ein Folgeimpuls nötig ist. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn sehr kleinschrittig vorgegangen wird und erst eine Reaktion

abgewartet werden muss, bevor der nächste Impuls gesetzt wird. Und schließlich kann eine Reflexion der Impulsgebung nur gelingen, wenn bekannt ist, wie die bzw. der Lernende reagiert hat. Wenn der Impuls schriftlich erfolgt ist, kann die Lehrperson die Lernendenreaktion erst deutlich später wahrnehmen und bekommt mindestens Teile davon, die u. a. die emotionale Ebene betreffen können, nicht mit. Sie kann dann nur das Resultat des Impulses sehen, die Auswirkungen dazwischen sind in der Regel nicht nachvollziehbar.

Nachdem die Lernendenreaktion erfolgt ist, wird der Prozess der Impulsgebung an einer früheren Stelle unter Umständen erneut durchlaufen. Er setzt dann wieder bei der Einordnung des Lernstandes ein, wobei nun die Lernendenreaktion die Ausgangslage für die Entwicklung von Handlungsoptionen bildet.

Die Entwicklung von Handlungsoptionen und das Setzen eines Impulses sind in Abb. 3.4 mit einem Kasten eingerahmt, da sie den Kern des Prozesses ausmachen. Doch die Impulsgebung umfasst noch deutlich mehr. Insbesondere die Phase der Reflexion ist wichtig. Sie kann bei Pólya mit der Phase der Rückschau verglichen werden. Insgesamt haben das Problemlösen und die Impulsgebung viele Ähnlichkeiten. In Tab. 3.2 werden die Phasen der Impulsgebung den Phasen des Problemlösens gegenübergestellt.

Phasen des Problemlösens	**Phasen der Impulsgebung**
Verstehen des Problems	Einordnung des Lernstandes
Ausdenken eines Plans	Entwicklung von Handlungsoptionen
Ausführen des Plans	Setzen eines Impulses
Rückschau	Reflexion

Tab. 3.2: Gegenüberstellung der Phasen der Impulsgebung und der Phasen des Problemlösens

So wie ein Problem zunächst verstanden sein muss, um es lösen zu können, muss die Lehrperson erst einmal Einblicke in den Lernstand der Schülerin oder des Schülers erhalten und ihn einordnen, bevor sie darauf einen Impuls geben kann. Das Ausdenken eines Plans beim Problemlösen kann mit der Entwicklung von Handlungsoptionen für die Impulsgebung verglichen werden. Sie stellt eine anspruchsvolle Aufgabe dar, bei der die Lehrperson abwägen muss, welchen Ansatz sie für ihren Impuls wählt und was sie mit ihm bei den Lernenden auslöst. Das Ausführen des Plans bzw. das eigentliche Setzen eines Impulses ist dann nicht mehr so herausfordernd, da die meiste Arbeit bereits erledigt ist. Die Phase, die noch folgt, ist die Phase

der Rückschau bzw. die Phase der Reflexion. Hier beurteilt die Lehrperson anhand der Lernendenreaktion, inwiefern ihr Impuls gelungen ist und welche Alternativen evtl. besser gewesen wären. Die Reflexion ist wichtig, damit die Lehrperson ihre Impulsgebung weiterentwickeln kann.

Durch die Beschreibung des Ablaufs des Impulsgebungsprozesses ist deutlich geworden, wie anspruchsvoll die Impulsgebung ist und dass sie nicht ohne Grund auch als *Königsdisziplin* bezeichnet werden kann. Mit ihr lassen sich Lernprozesse zwar sehr wirkungsvoll beeinflussen, sie stellt die Lehrperson aber auch vor eine Reihe an Herausforderungen: Innerhalb kürzester Zeit muss die Lehrperson erfassen, auf welcher Lernstufe sich die bzw. der Lernende befindet, sie muss einschätzen, ob eine Intervention nötig oder hilfreich ist, die vorhandenen Optionen abwägen und ggf. einen Impuls formulieren, dessen Auswirkungen sie abschließend beurteilt und zum weiteren Ausbau ihrer Fähigkeiten nutzen kann. Und daneben sollten die vielen Einflussfaktoren bestmöglich Berücksichtigung finden. Jeder einzelne dieser Schritte kann bereits Schwierigkeiten bereiten, sodass der gesamte Prozess von der Lehrperson viele Fähigkeiten abverlangt. Welche Voraussetzungen sie genauer für eine gelingende Impulsgebung mitbringen muss, wird in Abschnitt 3.3.1 beschrieben.

3.2 Einflussfaktoren auf die Impulsgebung

Die Unterscheidung von verschiedenen Phasen im Impulsgebungsprozess hat die Komplexität der Impulsgebung bereits angedeutet. Sie wird durch die zahlreichen Einflussfaktoren auf die Impulsgebung noch deutlicher. Ob, wann, und wie ein Impuls gegeben wird, hängt nicht nur von der Lehrperson und der Schülerin bzw. dem Schüler ab. Neben den direkt beteiligten Personen spielen auch Faktoren von außerhalb eine wesentliche Rolle sowie spezifische Besonderheiten des Faches Mathematik. Abb. 3.5 stellt die Vielfalt an Einflussfaktoren auf die Impulsgebung dar.

Die Einflussfaktoren können sich dabei gegenseitig bedingen, beispielsweise geht die diagnostische Kompetenz der Lehrperson mit ihrer kognitiven Empathie einher und die Lernerfahrungen der Schülerin bzw. des Schülers beeinflussen das von der Lehrperson angestrebte Lernziel.

Im Folgenden werden einige der in Abb. 3.5 dargestellten Einflussfaktoren näher erläutert. Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, wird die folgende Unterteilung vorgenommen.

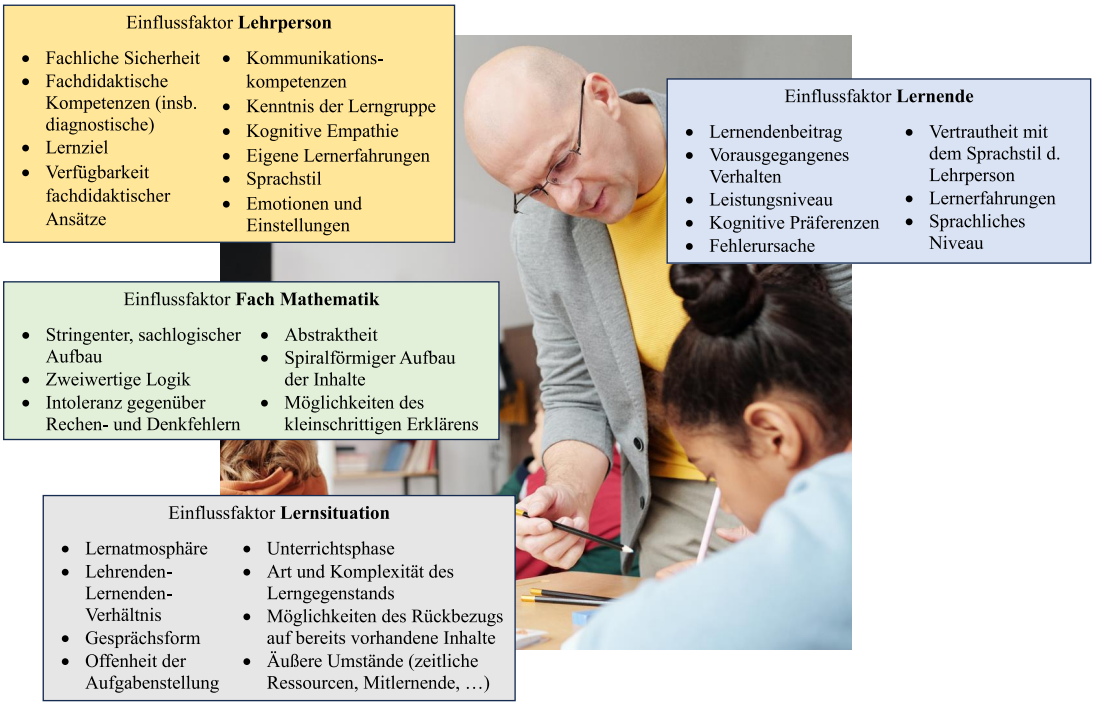


Abb. 3.5: Einflussfaktoren auf die Impulsgebung (Bildquelle: pexels.com)

Einflussfaktor: Lehrperson

- Fachliche Sicherheit der Lehrperson
- Fachdidaktische Kompetenzen der Lehrperson
- Lernziel
- Verfügbarkeit fachdidaktischer Ansätze
- Kommunikationskompetenzen der Lehrperson
- Kenntnis der Lerngruppe
- Kognitive Empathie der Lehrperson
- Lernerfahrungen der Lehrperson
- Sprachstil der Lehrperson
- Emotionen und Einstellungen der Lehrperson

Einflussfaktor: Lernende

- Lernendenbeitrag
- Vorausgegangenes Lernendenverhalten
- Leistungsniveau
- Kognitive Präferenzen der Lernenden
- Vertrautheit der Lernenden mit dem Stil der Impulsgebung

Einflussfaktor: Lernsituation

- Lernatmosphäre
- Offenheit der Aufgabenstellung

- Art und Komplexität des Lerngegenstands
- Möglichkeiten des Rückbezugs auf bereits vorhandene Inhalte
- Äußere Umstände

Einflussfaktor: Spezifische Besonderheiten des Fachs Mathematik

- Stringenter, sachlogischer Aufbau
- Zweiwertige Logik
- Intoleranz gegenüber Rechen- und Denkfehlern
- Spiralförmiger Aufbau der Inhalte
- Möglichkeiten des kleinschrittigen Erklärens

Dabei werden die Einflüsse jeweils in der absteigenden Reihenfolge der mutmaßlichen Relevanz für den Impulsgebungsprozess betrachtet. Die Einflüsse von Seiten der Schülerin bzw. des Schülers sind für die Lehrperson nicht immer bekannt. So kann die Lehrperson zwar mit ihren fachdidaktischen und insbesondere diagnostischen Kompetenzen die Ursache für die Schwierigkeiten im Lernprozess vermuten, die Interessen der Lernenden kennt sie aber nur bedingt. Auch die aktuelle Gefühlslage der Lernenden wirkt auf die Impulsgebung ein, kann aber durch die Lehrperson kaum berücksichtigt werden.

3.2.1 Lehrperson

Generell lässt sich sagen, dass Fähigkeiten aus den unterschiedlichsten Bereichen notwendig sind, um im Mathematikunterricht passende Impulse formulieren zu können. Somit können sich alle (Teil-)Kompetenzen der Lehrperson auf die Impulsgebung auswirken. Dabei können verschiedene Dimensionen festgestellt werden: Sprache, Unterricht und Fach (Schmidt-Thieme 2014, S. 1077). Zur Dimension des Unterrichts gehört zum einen die Pädagogik und zum anderen die Mathematikdidaktik. Die mathematischen Inhalte sind in der Dimension des Fachs vertreten. Die verschiedenen Dimension finden sich in den folgenden Einflussfaktoren wieder. Darüber hinaus haben aber nicht nur die Kompetenzen einen entscheidenden Einfluss auf die Impulsgebung, sondern z. B. auch die eigenen Lernerfahrungen der Lehrperson. Bei solchen Einflüssen, bei denen es sich nicht direkt um eine Kompetenz der Lehrperson handelt, ist die Steuerung der Einflussnahme schwierig. Die Lehrperson kann sich allerdings ihre sonstigen Kompetenzen und vor allem ihre Reflexionsfähigkeiten zu Nutze machen, um sich dieser Einflüsse mindestens bewusst zu sein.

3.2.1.1 Fachliche Sicherheit der Lehrperson

Es kann als eine der Hauptaufgaben des Mathematikunterrichts angesehen werden, Einblicke in die Denkweisen der Fachdisziplin zu geben (Lehmann-Rommel 2015,

S. 79). Für den Mathematikunterricht bedeutet dies vor allem die Ermöglichung der drei Grunderfahrungen nach Winter (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2014, S. 11). Grundvoraussetzung dafür ist, dass die Lehrperson über die entsprechende fachliche Kompetenz verfügt. Nach Watson und Mason (1998, S. 5) sind Lehrkräfte mit wenig Berufserfahrung oft sehr zurückhaltend mit der Eröffnung von fachlichen Diskussionen im Unterricht, da sie unerwartete Antworten der Lernenden fürchten, auf die sie nicht zu reagieren wissen. Die Ursache für diese Zurückhaltung kann in mangelnden fachlichen Fähigkeiten der Lehrperson gesehen werden. Je höher die fachliche Sicherheit der Lehrperson ist, desto weniger muss sie unerwartete Wendungen im Diskussionsverlauf vermeiden und desto weniger Mut benötigt sie, um tiefere oder in eine andere Richtung gehende Fragen und Ideen der Schülerinnen und Schüler zuzulassen und darauf einzugehen. Die fachliche Sicherheit der Lehrperson bedingt also maßgeblich, inwiefern im Unterricht die Ideen der Lernenden fachlich weitergeführt werden können. Um flexibel auf die Beiträge der Lernenden reagieren und an sie anknüpfen zu können, ist es notwendig, dass die Lehrperson die relevante Mathematik ausreichend beherrscht. Sullivan und Mornane (2013, S. 195) sehen dies als einen von drei Aspekten, von denen die Wahl herausfordernder Aufgaben abhängt. Dieser Aspekt lässt sich genauso auch auf die Impulsgebung übertragen: Im Fachunterricht wird sich die konstruktive Unterstützung oftmals im fachlichen Können der Lehrperson zeigen, wenn bei Verständnisschwierigkeiten die richtige Hilfe und die an das Vorwissen anschließende Erklärung gegeben werden (Baumert und Kunter 2006, S. 488).

Wichtig ist natürlich nicht nur, dass die Lehrperson die Inhalte selbst durchdrungen hat, sondern dass sie auch die Schülerinnen und Schüler dazu anleiten kann, sich darin zu vertiefen. Der Übergang von den benötigten fachlichen zu den benötigten fachdidaktischen Kompetenzen ist dabei fließend. (2015, S.~9) sprechen direkt von der fachwissenschaftlich-fachdidaktischen Expertise , mit der ein Diskurs fachlich durchdrungen und vertieft werden kann. Hier soll jedoch versucht werden, zwischen den beiden Bereichen zu trennen, auch wenn sie eng ineinandergreifen. Dennoch sind die fachlichen Kompetenzen eine grundlegende Voraussetzung für die fachdidaktische Expertise, die wiederum Voraussetzung ist für das Geben weittragender Impulse.

3.2.1.2 Fachdidaktische Kompetenzen der Lehrperson

Auch wenn das fachliche Wissen das Fundament für den Mathematikunterricht und damit auch für die Impulsgebung darstellt, sind die fachdidaktischen Kompetenzen der Lehrperson nicht weniger wichtig. Es ist nicht verwunderlich, dass durch zahlreiche Studien bestätigt werden konnte, dass die fachdidaktischen Kompetenzen den Ausschlag für einen Unterricht geben, der den Schülerinnen und Schülern sinnstif-

tendes Lernen und nachhaltige mathematische Erfahrungen ermöglicht (Bruckmaier 2019, S. 130 f.). Die Bestandteile der fachdidaktischen Kompetenzen aufzuschlüsseln scheint nicht so leicht, wie es bei den fachlichen Kompetenzen der Fall sein mag. Eine mögliche Hilfe kann das Kompetenzmodell von COACTIV sein, das in Abb. 3.6 zu sehen ist.

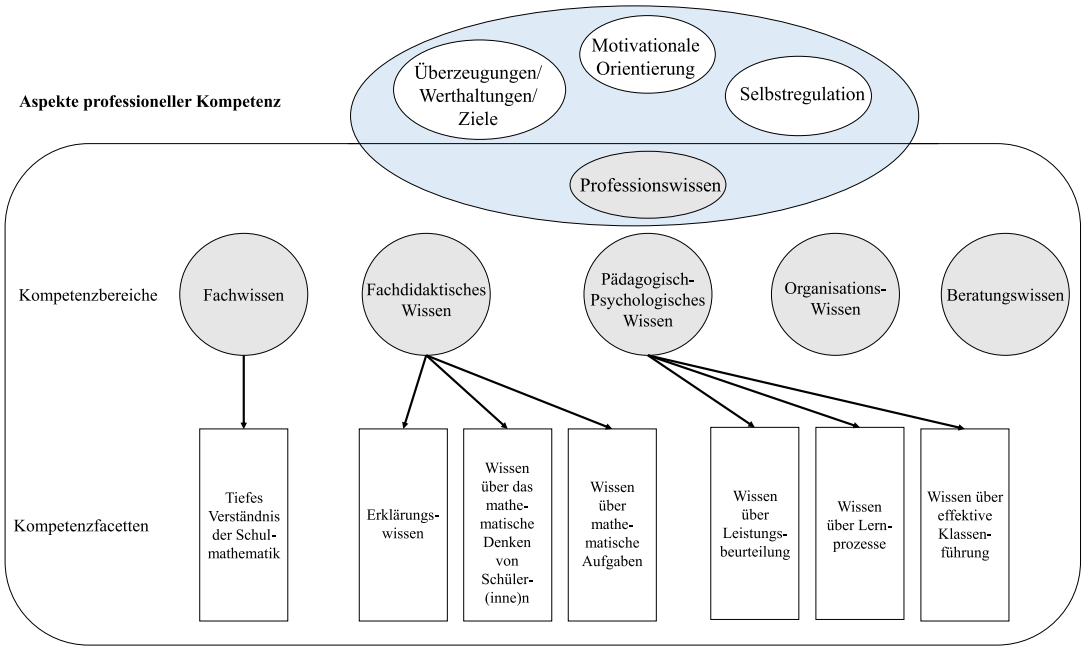


Abb. 3.6: Das Kompetenzmodell von COACTIV mit Spezifikationen für das Professionswissen (Baumert und Kunter 2011, S. 32)

Hierbei wird das Professionswissen als Aspekt professioneller Kompetenz näher spezifiziert. Es wird in die Kompetenzbereiche *Fachwissen*, *fachdidaktisches Wissen*, *pädagogisch-psychologisches Wissen*, *Organisationswissen* und *Beratungswissen* unterteilt. Das fachdidaktische Wissen wird wiederum unterteilt in die drei Kompetenzfacetten *Erklärungswissen*, *Wissen über das mathematische Denken von Schüler(inne)n* und *Wissen über mathematische Aufgaben*. Dazu zählt das Wissen über das didaktische und diagnostische Potenzial, die kognitiven Anforderungen und impliziten Wissensvoraussetzungen von Aufgaben, ihre didaktische Sequenzierung und das Wissen um die Einordnung in die Lehrpläne. Daneben spielt das Wissen über Lernendenvorstellungen wie Fehlkonzeptionen, typische Fehler oder Strategien sowie die Diagnostik von Leistungsständen und Verständnisprozessen eine wesentliche Rolle. Die Relevanz der diagnostischen Fähigkeiten ist für die Impulsgebung besonders hervorzuheben. In Abschnitt 2.2 wurde bereits beschrieben, dass Diagnose als ein Schlüsselmerkmal von Scaffolding gilt, was wiederum eng verbunden ist mit der Impulsgebung (Abschnitt 2.2.4). Es gehört zum fachdidaktischen Wissen von

Lehrkräften, multiple Repräsentations- und Entwicklungsmöglichkeiten zu kennen (Baumert und Kunter 2011, S. 38), um auf die diagnostizierten Lernstände entsprechend reagieren zu können. Für die Impulsgebung besonders wichtig erscheinen die Kenntnis der Stufen im Begriffsbildungsprozess sowie von Unterstützungs- und Fördermöglichkeiten im Lernprozess. Sie entscheidet darüber, wie reflektiert der Impuls in der konkreten Unterrichtssituation gegeben werden kann. Eine wesentliche Kompetenz von Lehrpersonen ist die Fähigkeit, die Lernenden im selbstbestimmten Arbeiten zu fördern (KMK 2004, S. 8). Da die Qualität eines Impulses auch davon abhängt, inwiefern es gelingt, die Lernenden in die Produktion (zurück) zu führen, soll dieser Aspekt hier besonders betont werden. Nicht explizit erwähnt wird im Kompetenzmodell von COACTIV ebenfalls die Kenntnis über Möglichkeiten der Differenzierung. Im Hinblick auf die Individualitätsansprüche von Impulsen scheint dies jedoch essenziell. Eine weitere grundlegende Kompetenz, die quer zu allen anderen steht, ist die Reflexionskompetenz. Sie beeinflusst die Impulsgebung indirekt, indem die Lehrperson die Wirkung des gegebenen Impulses reflektiert und sich dies auf die nächsten Impulse auswirkt.

Für die Impulsgebung, wie sie in der vorliegenden Arbeit betrachtet wird, ist vor allem die situative Unterrichtskompetenz von entscheidender Bedeutung. Damit ist die Umsetzung des fachdidaktischen Wissens in konkreten Unterrichtssituationen gemeint (Bruckmaier 2019, S. 2).

3.2.1.3 Lernziel

Die Impulsgebung hängt wesentlich von dem angestrebten Lernziel ab, da es die Art und Weise der Vermittlung bestimmt. Es ist ein Unterschied, ob mit dem Impuls beabsichtigt wird, Wissen zu vermitteln, oder Lernprodukte auszuhandeln (Schreiber und Wille 2020, S. 173). Unter Berücksichtigung der Voraussetzungen und des Wissensstandes der Lernenden ist das angestrebte Ziel und damit das Formulieren eines Impulses meist ein Abwägen. Soll beispielsweise im Impuls bewusst Fachsprache verwendet werden, um diese durch das Sprachvorbild bei den Lernenden zu fördern, oder wird der Fokus auf die Verständlichkeit gesetzt und damit eine Sprache gewählt, die die Lernenden leichter verstehen (Meyer und Tiedemann 2017, S. 55)?

Eng verbunden mit dem angestrebten Lernziel ist auch das Lernverständnis und die Vorstellung der Lernenden als Objekt der Wissensvermittlung oder Subjekt der Wissenskonstruktion. Ebenso ist die Sicht der Lehrperson auf ihre Rolle entscheidend für die Ausrichtung des Impulses – ist sie eher begleitend, beratend oder moderierend an der Seite der Lernenden? – (Hertzsch und Schneider 2018, S. 86 f.). Das angestrebte Lernziel kann sich in vielen Bereichen wiederfinden, z. B. im Lernprozess, in der Kommunikation oder Kooperation, in der Strategiefindung, im Lernprodukt oder

in der Vernetzung mit anderen Themengebieten (Lutz-Westphal et al. 2022, S. 34). Dementsprechend muss auch der Impuls ausgelegt sein. In dieser Arbeit werden solche Impulse präferiert, die auf das mathematische Verständnis ausgerichtet sind und dieses fördern sollen. Das bedeutet jedoch nicht, dass angesichts der zur Verfügung stehenden Zeit oder sonstigen Bedingungen nicht auch rein ergebnisorientierte Impulse angebracht sein können. Jede Gesprächssituation und damit auch jede Situation der Impulsgebung ist durch kommunikative Erfordernisse, Beschränkungen und Möglichkeiten bestimmt (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 30). An dieser Stelle soll noch einmal betont werden, dass die Lehrperson ihre Schülerinnen und Schüler am besten kennt und daher auch am besten einschätzen können sollte, welcher Impuls mit welchem angestrebten Ziel am günstigsten erscheint. Am Ende ist es wohl die abwechslungsreiche und individuell angepasste Vorgehensweise, die den Erfolg bringt. Eine einseitige Gestaltung der Impulsgebung ist in jedem Fall nicht anzustreben (Watson und Mason 1998, S. 4).

3.2.1.4 Verfügbarkeit fachdidaktischer Ansätze

Der Lernprozess lässt sich durch vielfältige Kontexte und Perspektiven auf die Inhalte unterstützen, wodurch erweiterte Anwendungs- und Transfermöglichkeiten entstehen. Um mathematisch reichhaltige Erkundungen bieten zu können, ist es ratsam, vernetzende Ideen als Ankervorstellungen zu wählen (Kuntze 2012, S. 7). Damit sind sowohl Bezüge zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler als auch typische Denkweisen und elementare Strategien des Fachs gemeint, beispielsweise das Vergleichen, Zuordnen oder Zerlegen. Dazu können auch heuristische Strategien gezählt werden, wie Pólya (1995, S. 19) oder Bruder (2002, S. 4) sie für das Problemlösen benennen.

Eng verknüpft mit dem Ansatz, der für den Impuls gewählt wird, ist das angestrebte Lernziel bzw. die Phase im Lernprozess, in der sich die Lernenden befinden. Die Lehrperson sollte sich darüber bewusst sein, ob durch den Impuls etwa eine Verknüpfung mit dem bestehenden Wissensnetz erfolgen soll, das Themenfeld strukturiert wird, oder die Aushandlung der entwickelten Lernprodukte ansteht (Roth und Weigand 2014, S. 4). Die Verfügbarkeit fachdidaktischer Ansätze für einen Impuls sowie das Wissen und die Einschätzung darüber, was vorrangig mit den Ansätzen jeweils erreicht werden kann, ermöglicht der Lehrperson den Aufbau eines gewissen Handlungsrepertoires. Sie kann dann in der jeweiligen Impulsgebungssituation aus diesem schöpfen und sich reflektiert für einen Ansatz entscheiden. Es ist zu erwarten, dass sich die Impulse umso gezielter und passgenauer setzen lassen, je mehr Ansätze der Lehrperson zur Verfügung stehen. Um dies zu erreichen, kann ein Impulskatalog, wie er in Abschnitt 3.3.6 vorgestellt wird, hilfreich sein.

3.2.1.5 Kommunikationskompetenzen der Lehrperson

Die Kompetenzen für das Führen eines Unterrichtsgesprächs oder eines Diskurses werden unterschiedlich benannt. Becker-Mrotzek und Brünner (2004, S. 31) sprechen von *Gesprächskompetenz* und meinen damit sowohl explizites als auch implizites (prozedurales) Wissen, wobei zum Wissen auch Fähigkeiten gezählt werden.

In dieser Arbeit wird der Begriff der Kommunikationskompetenz bevorzugt, da er die eingeschlossenen Fähigkeiten umfassender beschreibt. Kommunikationskompetenzen lassen sich auf verschiedenen Ebenen wiederfinden und umfassen neben der Artikulationsfähigkeit und dem allgemeinen Wissen über Sprache und Kommunikation unter anderem Handlungsroutinen und Handlungsflexibilität (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 33 und 2015, S. 9). Handlungsroutinen zählen zum impliziten (prozeduralen) Wissen. Sie ermöglichen die gleichzeitige Beachtung mehrerer Komponenten im Kommunikationsprozess. Bei der Impulsgebung sind dies zum Beispiel das aktive Zuhören, das Herausfiltern des Wesentlichen, das Berücksichtigen der Fähigkeiten der Lernenden sowie das Ausformulieren eines Impulses. Je automatisierter die Impulsgebung stattfindet, desto mehr Kapazitäten werden für andere Anforderungen frei. Wichtig ist allerdings, dass mit automatisiert nicht unreflektiert gemeint ist. Unter Handlungsflexibilität wird die Fähigkeit verstanden, individuelle Beiträge zu einer Bedeutungsaushandlung zusammenzuführen. Weiterhin soll in dieser Arbeit darunter verstanden werden, dass die Lehrperson über verschiedene Ansätze der Impulsgebung verfügt und sie je nach Situation flexibel einsetzen kann. Je mehr Ansätze die Lehrperson für ihre Impulsgebung hat, desto besser kann sie ihren Impuls an die Individualität der Schülerinnen und Schüler anpassen.

Die Anpassung an die Lernenden stellt einen weiteren Faktor für das Gelingen der Kommunikationssituation dar. Damit ein Impuls den in Abschnitt 3.3.7 genannten Qualitätskriterien genügen kann, muss die Lehrperson sich auf die Lernenden einlassen, ihre Kenntnisse und Bedürfnisse wahrnehmen und den Impuls so setzen, dass er den Lernprozess bestmöglich weiterbringt. Die Angemessenheit der Kommunikationsweise ist hierfür entscheidend (Hertzsch und Schneider 2018, S. 80). Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwischen Lehrenden und Lernenden ein Machtgefälle herrscht und sich die Lehrperson ihrer Rolle bewusst sein sollte (s. Abschnitt 3.2.1.3). Da das Kommunikationsverhalten einen erheblichen Einfluss auf das Lern- und Arbeitsverhalten der Lernenden hat, sollte es an die jeweilige Situation angepasst werden (Hertzsch und Schneider 2018, S. 86 f.).

Der Erfolg der Impulsgebung hängt ebenso von einer angemessenen Ausdrucksweise und dem adressatengerechten Zuschnitt der Formulierung ab (Ebert 2020, S. 54). Dies betrifft nicht nur die sensible Wortwahl im Allgemeinen, sondern auch

den Gebrauch von Fachsprache im Speziellen. An dieser Stelle sei erneut auf die Arbeit von Wallraf (2021) verwiesen, die Grundsätze und Praxisempfehlungen für einen lernförderlichen Fachsprachengebrauch von Mathematiklehrpersonen herausstellt und sie in Form eines Lernheftes aufbereitet. Die Lektüre empfiehlt sich insbesondere für die Arbeit an der konkreten Formulierung eines Impulses. Hierbei ist auch das angestrebte Lernziel wieder von großer Bedeutung. Ein Impuls sollte klar, präzise und fachdidaktisch genau gegeben werden, damit die Lernenden ihre Äußerungen leichter konkretisieren können (Fischer et al. 2015, S. 157).

Die Kommunikationskompetenzen der Lehrperson werden durch die spezifischen Gegebenheiten der Impulsgebungssituation beansprucht. Becker-Mrotzek und Brünner (2004, S. 35 f.) nennen hierfür sieben Dimensionen. Darunter fallen beispielsweise widersprüchliche Handlungsanforderungen, der Grad der Kontrollierbarkeit, die thematische Schwierigkeit und mögliche Handlungsspielräume.

Widersprüchliche Handlungsanforderungen liegen z. B. vor, wenn die Lehrperson auf der einen Seite das Verständnis der Lernenden fördern und dafür einen Produktionsschwung auslösen möchte und auf der anderen Seite aufgrund der zeitlichen Ressourcen eher enge Impulse setzen müsste. In Impulsgebungssituationen, in denen mehrere Lernende beteiligt sind, stellt sich beispielsweise auch die Frage, ob den Lernenden nach einem fehlerhaften Beitrag die Möglichkeit gegeben wird, den Fehler selbst zu identifizieren und zu korrigieren, oder ob weitere Lernende einbezogen werden, um sich ein Bild von möglichst vielen Schülerinnen und Schülern zu machen.

Mit dem Grad der Kontrollierbarkeit ist gemeint, inwiefern sich die Gesprächssituation planen und kontrollieren lässt. Ein Lehrervortrag im Unterricht ist beispielsweise besser zu planen und zu kontrollieren als ein freies Unterrichtsgespräch (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 35). Die in dieser Arbeit betrachteten Situationen der Impulsgebung sind hingegen kaum plan- und kontrollierbar, da es sich nicht um Einstiegsimpulse in ein neues Thema handelt, sondern um Impulse, die an einen Lernendenbeitrag anschließen. Die Lehrperson kann zwar die Antworten der Schülerinnen und Schüler antizipieren und sich überlegen, wie sie darauf reagieren könnte. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass die eigentlichen Beiträge der Lernenden schließlich sehr davon abweichen können.

Die thematische Schwierigkeit ergibt sich aus zwei Bereichen, dem fachlichen und dem fachdidaktischen. Beide können jeweils aus der Sicht der Lehrperson oder aus der Sicht der Lernenden gesehen werden. So kann das Inhaltsfeld der Bruchrechnung für die Lehrperson leicht sein, wohingegen ihr die Vermittlung aus didaktischer Sicht schwerfällt. Wenn es sich um ein Themengebiet handelt, in dem die Lehrperson unsicher ist, ist zu erwarten, dass für sie auch aus fachdidaktischer Sicht Schwierigkeiten

auftreten. Für die Impulsgebung kann das etwa bedeuten, dass die Impulse enger gehalten werden oder nicht so viele Möglichkeiten der didaktischen Aufbereitung genutzt werden können.

Je nachdem in welchen situativen Rahmen eine Impulsgebung eingebettet ist, stehen der Lehrperson unterschiedlich viele Handlungsspielräume offen. Der Beitrag der Lernenden ist dafür besonders entscheidend. Wenn sich Schüler A mit dem Hinweis meldet, dass er die gestellte Aufgabe nicht versteht, ist der Handlungsspielraum größer, als wenn Schüler B sagt, dass er mit dem Begriff ‚orthogonal' nichts anfangen kann. Je gezielter die Lernenden eine Frage stellen oder je offensichtlicher die Ursache eines Fehlers vorliegt, desto weniger groß ist der Handlungsspielraum der Lehrperson (unter der Voraussetzung, dass sie darauf eingehen möchte). Ein großer Handlungsspielraum ist dabei nicht immer positiv, denn er bedeutet auch, dass die Lehrperson zunächst das Wesentliche herausarbeiten muss und mehr Möglichkeiten bestehen, einen unpassenden Impuls zu setzen. Von Seiten der didaktischen Vermittlung oder Herangehensweise bestehen aber auch bei kleineren Handlungsspielräumen in der Regel mehrere Ansätze.

3.2.1.6 Kenntnis der Lerngruppe

Während des Unterrichtsverlaufs sind von der Lehrperson zahlreiche Entscheidungen zu treffen, die von sogenannten *Situationsvariablen* beeinflusst werden (Dann und Haag 2025, S. 86). Dazu zählt unter anderem das Wissen über die Schülerinnen und Schüler. Es betrifft Eigenschaften, Persönlichkeitsmerkmale, Begabungen, Arbeitshaltungen usw. (Dann und Haag 2025, S. 86), aber auch soziale oder fachliche Gruppenzugehörigkeiten (Ines C. Vogel 2018, S. 17). Wenn die Lehrperson beispielsweise weiß, dass Schüler A im Orchester spielt, kann sie bei Schwierigkeiten mit der Bruchrechnung darauf zurückkommen, um an Vorwissen anzuknüpfen. Ebenso lässt sich das Wissen über Interessen der Lernenden nutzen, um mit entsprechenden Impulsen Neugierde zu wecken, Zugänge zu schaffen und Motivation aufrechtzuerhalten. Die Bedeutung des Anknüpfens an die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler ist unbestritten und gehört nach (2015, S. 9) zu einer der vier Handlungsebenen in schulischen Gesprächen. Auch das Wissen über Lerntypen ist für die Impulsgebung nutzbar. Wenn der Lehrperson bekannt ist, dass Schülerin B gut über den auditiven Kanal lernt, kann sie zum Beispiel im Bereich der Bruchrechnung auf Rhythmen in der Musik zurückkommen und damit die Erfolgschancen ihres Eingreifens erhöhen.

3.2.1.7 Kognitive Empathie der Lehrperson

Die Impulsgebung im Unterricht ist für die Lehrperson mit kommunikativen Handlungsanforderungen verbunden. Damit sind sowohl kognitive, kommunikative als auch affektive Fähigkeiten gemeint (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 30).

Eine für den Impulsgebungsprozess ausschlaggebende kognitive Fähigkeit stellt die kognitive Empathie dar. Mit der kognitiven Empathie ist die Fähigkeit und Bereitschaft der Lehrperson gemeint, sich in das Denken der Schülerinnen und Schüler hineinzuversetzen und Lernprozesse mit den Augen der Schülerinnen und Schüler zu sehen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 40 f.). Diese Fähigkeit stützt sich zum einen auf die eigenen Lernerfahrungen, zum anderen bestimmt der verfügbare fachdidaktische Hintergrund, inwiefern die Lehrperson die gestellten Aufgaben mit ihren jeweiligen Anforderungen aus der Perspektive der Lernenden wahrnehmen kann. Die kognitive Empathie ist also für das Nachvollziehen von Denkweisen und das Identifizieren von Schwierigkeiten wesentlich, und spielt damit für das Gelingen eines Impulses eine große Rolle. Sie kann im Hinblick auf ihren zeitlichen Einsatz auch als Gegenstück zur Reflexionsfähigkeit gesehen werden: Bei der Reflexion des Impulses wird im Nachgang der Impulsgebung reflektiert, ob der Impuls das gewünschte Ziel erreicht hat. Mithilfe der kognitiven Empathie wird im Vorfeld überlegt, welche Auswirkungen mit den möglichen Impulsen verbunden sein können und ob sie zu der jeweiligen Situation der Lernenden passen. Als sogenannte *Handlungsentwürfe* (Dann und Haag 2025, S. 86) ermöglichen diese kognitiven Repräsentationen der Handlung ein Abwägen zwischen den Handlungsmöglichkeiten. Sich in die Gedankenwelt der Lernenden hineinzuversetzen und zu ergründen, was mit dem jeweiligen Impuls bei ihnen ausgelöst wird, führt demnach zu einem gezielteren Eingriff in den weiteren Lernprozess.

3.2.1.8 Lernerfahrungen der Lehrperson

Der Handlungsrahmen in der Situation der Impulsgebung wird zentral bestimmt durch die Lehrperson sowie die beteiligten Schülerinnen und Schüler mit ihren individuellen Identitäten, Kognitionen, Emotionen usw. (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 30). Die Lernerfahrungen der Lehrperson lassen sich hierunter ebenfalls einordnen. Es kann ein Ansatz für die Impulsgebung sein, sich an die eigenen Lernerfahrungen zu erinnern: Das, was einem selbst geholfen hat, hilft vielleicht auch den Schülerinnen und Schülern (Watson und Mason 1998, S. 28). Die Denkweise der Lehrperson ist durch ihre eigenen Lernerfahrungen geprägt und dessen sollte sie sich auch bewusst sein. Denn von der Denkweise der Lehrperson hängt stark ab, wie sie den Lernprozess der Lernenden wahrnimmt, von welchen Denkprozessen sie bei ihnen ausgeht und damit auch, welchen Impuls sie schließlich wählt (Mason et al. 2012, Vorwort XV). Dies lässt sich sogar noch weiter fortführen: Die Art und Weise, wie früher im Unterricht der Lehrperson Impulse gesetzt wurden, hat Einfluss auf das Impuls-Repertoire der Lehrperson und damit auf ihre konkrete Impulsgebung (Watson und Mason 1998, S. 35). Damit ist natürlich nicht garantiert, dass es sich

ausschließlich um gute Impulse handelt, der Einfluss kann positiv wie negativ sein. Wenn sich die Lehrperson dessen bewusst ist, kann sie ihre Lernerfahrungen nutzen, um ihre Impulse gezielter auf die Lernenden anzupassen.

3.2.1.9 Sprachstil der Lehrperson

Es mag zunächst weit hergeholt scheinen, dass der Sprachstil der Lehrperson einen nennenswerten Einfluss auf die Impulsgebung hat, doch tatsächlich sind die Auswirkungen gerade unter Berücksichtigung des Dialogischen Lernens beachtlich:

> Besondere Bedeutung für die gezielte Einrichtung von Situationen dialogischen Lehrens und Lernens ist der Sprachstil, der auf die genannten Kriterien aufbaut: Formuliert der Lehrer kurze und verständliche Sätze, so dass er sich wenig verspricht, bringt er einen großen Wortschatz zum Einsatz, verfügt er über die Fähigkeit des 'lebendigen Sprechens', indem er rhetorische Formeln und anschauliche Beispiele einfließen lässt? Gerade diese letzte Qualifikation erleichtert das Erklären und steigert die Behaltensleistung (Bittner 2006, S. 89).

Der Sprachstil der Lehrperson ist für die Formulierung eines Impulses wesentlich und ist eng verknüpft mit ihren Einstellungen (s. Abschnitt 3.2.1.10). Bereits die Wortwahl ist im Hinblick auf Fachsprachenförderung und Wertschätzung bedeutend. Sie kann beeinflussen, inwiefern sich die Schülerinnen und Schüler für neue Inhalte öffnen und wie sie den Impulsen der Lehrperson begegnen. Bittner (2006, S. 89 f.) spricht von 'Gesprächskillern' oder 'Unarten der Gesprächsführung' und meint damit Ausdrucksweisen, die Distanz aufbauen und die Botschaft transportieren, dass kein ernsthaftes Interesse an den Beiträgen der Lernenden besteht. Wenn die Lehrperson Nachlässigkeiten in diesem Bereich zulässt, werden diese sofort von den Lernenden registriert (Bittner 2006, S. 89). Unter Berücksichtigung der sogenannten *Mehrabian*-Formel, nach der Inhalt, Stimmführung und Körpersprache im Verhältnis 7 %-38 %-55 % zusammenwirken, ist dies auch nicht verwunderlich (Mehrabian und Ferris 1967, S. 252). Dabei ist festzuhalten, dass die Art und Weise des Sprechens im Sinne von langsam oder schnell, laut oder leise usw. erst am Ende des Impulsgebungsprozesses zum Tragen kommt. Um die Wirkung der Sprache der Lehrperson einzuschätzen, sind Sprechtempo, Sprechweise und Dialektfärbung jedoch nicht zu vernachlässigen (Bittner 2006, S. 88 f.).

Insbesondere beim Sprachstil der Lehrperson als ein Einflussfaktor auf die Impulsgebung zeigt sich, dass sich die Einflussnahme in zwei Schritten vollziehen kann: Der Sprachstil beeinflusst, wie die Lehrperson ihren Impuls formuliert. Und die konkrete Ausgestaltung des Impulses in Form der Impulsformulierung bzw. Impulsgebung

beeinflusst wiederum, wie der Impuls bei den Lernenden ankommt und inwiefern er seine Absicht erreichen kann.

3.2.1.10 Emotionen und Einstellungen der Lehrperson

Zu den bereits angesprochenen Situationsvariablen zählen auch die Emotionen der Lehrperson wie gute Laune, Stress, Humor oder Selbstbewusstsein (Dann und Haag 2025, S. 87). Letzteres entscheidet etwa in Verbindung mit der fachlichen Sicherheit darüber, ob die Lehrperson Inhalte öffnet und zusammen mit den Lernenden in Bereiche vordringt, bei denen sie das Risiko eingeht, auch mal etwas nicht zu wissen (Watson und Mason 1998, S. 5). Um ernsthaft mit den Schülerinnen und Schülern ins Gespräch zu kommen und Inhalte zu entwickeln, benötigt die Lehrperson eine offene Grundhaltung:

> Miteinander im Gespräch Erklärungen zu suchen, Anschlussfragen zu entwickeln, Fachbegriffe anzubieten und Schülererklärungen aufeinander zu beziehen, erfordert eben auch eine lernende und offene Grundhaltung auf der Seite der Lehrenden (Heike De Boer, Marina Bonanati 2015, S. 9).

sprechen in diesem Kontext auch von einer forschenden Haltung, der Haltung der Lehrperson als Lernende.

Zu den Emotionen und der Einstellung der Lehrperson zählt auch das Interesse in Form des Wollens und der Zielsetzung (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 3). Wenn sich die Lehrperson wie oben beschrieben wirklich auf ein Gespräch mit den Lernenden einlassen möchte, sollte sie auch im Sinne des Dialogischen Lernens die Schülerinnen und Schüler als Gegenüber verstehen, die durch ihre Reaktionen spiegeln, wie das Denken der Lehrperson verstanden wird (Gölitzer 2015, S. 95). Für die Impulsgebung bedeutet diese offene, forschende Haltung, dass die Lehrperson je nach Einstellung und emotionaler Situation immer wieder die Auswirkungen ihrer Impulse reflektiert und damit versucht, ihre Impulsgebung zu verbessern.

3.2.2 Lernende

Die Lernenden sind neben der Lehrperson die direkten Teilnehmenden am Impulsgebungsprozess, sodass sie einen großen Einfluss auf ihn ausüben. Ähnlich wie bei der Lehrperson sind die Einflussfaktoren dabei vielfältig. Einige der Einflussfaktoren kann und sollte die Lehrperson bei ihrer Impulsgebung berücksichtigen, beispielsweise den konkreten Lernendenbeitrag sowie das jeweilige Leistungsniveau. Andere Einflussfaktoren wiederum kann sie weniger einschätzen, wie z. B. die Vertrautheit der Lernenden mit dem Stil ihrer Impulsgebung. Dennoch ist es sinnvoll, dass die Lehrperson diese Einflussfaktoren grundsätzlich kennt.

3.2.2.1 Lernendenbeitrag

Es liegt auf der Hand, dass der Beitrag der Lernenden einen Einfluss auf die Impulsgebung hat. Ansonsten würde es sich vorwiegend um Einstiegsimpulse in ein neues Themengebiet handeln, und diese Impulse werden in der vorliegenden Arbeit nicht weiter betrachtet. Wie wichtig es ist, auf den Beitrag konkret einzugehen und an ihn anzuknüpfen, kann jedoch vermutlich nicht genug expliziert werden. Der Lernendenbeitrag, auf den die Lehrperson mit einem Impuls reagieren möchte, ist sozusagen das Herzstück der Impulsgebung. Das Wort *reagieren* ist hier entscheidend: Der Lernendenbeitrag ist ein möglicher Anlass für einen Impuls. Den Lernenden vorweg und ohne didaktischen Hintergrund einen Impuls zu geben, würde der Lernendenautonomie nicht gerecht werden. Der Verweis auf typische Stolperfallen und Fehlvorstellungen kann dabei keine ausreichende Rechtfertigung sein.

Wichtig ist auch, zu betonen, dass ein Lernendenbeitrag einen Impuls nach sich ziehen kann, aber nicht muss. Es gehört ebenso zur Impulsgebung, einzuschätzen, wann ein Impuls benötigt wird und wann die Lernenden auch ohne Eingriff in den Lernprozess zu wertvollen Erkenntnissen gelangen. Natürlich muss sie dabei die äußeren Umstände berücksichtigen, wobei die zeitlichen Ressourcen leider viel zu oft ein Grund sind: „Muss der Lehrer einfach nur geduldig warten, bis der eine oder andere Schüler einen (den richtigen) Einfall bekommt? Wie lange darf er warten (Pensumsdruck)?“ (Winter 2016, S. 218). Eine berechtigte Frage ist auch, wie falsch die Lernenden eigentlich liegen müssen, damit die Lehrperson eingreift. Wie viel Zeit muss ihnen zugestanden werden? Wie viele Fehler dürfen sie machen, bevor ein Impuls gesetzt wird?

Mehr noch als die Frage, *ob* in den Lernprozess eingegriffen wird, ist aber die Frage, *wie* eingegriffen wird. Anhand des Lernendenbeitrags kann die Lehrperson mithilfe ihrer diagnostischen Kompetenzen (s. Abschnitt 3.2.1.2) – ggf. auch unter Berücksichtigung von vorangegangenen Beiträgen – einordnen, welche Grundvorstellungen bereits aufgebaut sind, welche Schritte im Lernprozess erzielt wurden und woran sich ein neuer Produktionsschwung anschließen lässt. Dass dies eine herausfordernde Aufgabe ist, muss hier nicht näher erläutert werden. Die Qualitätskriterien in Abschnitt 3.3.7 zeigen, dass für einen guten Impuls eine Vielzahl an Kriterien Berücksichtigung finden muss.

3.2.2.2 Vorausgegangenes Lernendenverhalten

Eng verbunden mit dem Beitrag der Lernenden ist ihr vorausgegangenes Verhalten. Es gehört zu den bereits angesprochenen Situationsvariablen (s. Abschnitt 3.2.1.6) und umfasst zum Beispiel ausbleibende Antworten, Fehler, die Motivation oder die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler (Dann und Haag 2025, S. 87). Neben

dem Verhalten selbst spielt auch seine Intensität eine wichtige Rolle. Sie gibt der Lehrperson Auskunft darüber, wie stark sie das Verhalten einbeziehen sollte. Wenn Schülerin A in der Unterrichtsstunde bisher nur aufgestützt über dem Tisch hing, sich nicht beteiligt hat und ihr immer wieder die Augen zugefallen sind, wird sie vermutlich weniger Leistungsbereitschaft mitbringen, sodass ein offener Impuls kaum umzusetzen wäre. Auch hier zeigt sich die Verbindung zum angestrebten Lernziel und es wird erneut deutlich, dass jeder Impuls seine Berechtigung haben kann, wenn die Gesamtsituation berücksichtigt wird.

Um die mathematischen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler zu verbessern, ist es sinnvoll, nicht nur ihre Denkvorgänge, sondern auch ihre Gefühlszustände zu berücksichtigen (Mason et al. 2012, S. 155). Da die Lernenden dies in den meisten Fällen jedoch nicht explizit äußern, lässt sich beides nur anhand der Beiträge und des vorausgegangenen Verhaltens erschließen. Hierfür muss die Lehrperson ihre fachdidaktischen und diagnostischen Kompetenzen, ihre kognitive Empathie sowie ihre kommunikativen Fähigkeiten in hohem Maße beanspruchen.

3.2.2.3 Leistungsniveau

Gesprächssituationen und damit auch Impulsgebungssituationen sind zentral bestimmt durch die Kognitionen der Beteiligten (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 30). Das Leistungsniveau der Schülerinnen und Schüler spielt also eine grundsätzliche Rolle für die Impulsgebung, und für den Mathematikunterricht gilt dies in besonderem Maße. Nach Mason et al. (2012, S. 154) hängt die Effektivität des mathematischen Denkens im Wesentlichen von drei Faktoren ab: Die Lernenden müssen grundlegende mathematische Techniken und Fertigkeiten besitzen; sie müssen in der Lage sein, sich von ihren Emotionen frei machen oder sie zu ihrem Gunsten nutzen zu können; und sie müssen das mathematische Umfeld, in dem sie sich bewegen, überblicken. Dies stellt höchste Anforderungen an die Kognitionen der Lernenden dar.

Unter diesen Bedingungen verwundert es nicht, wenn das Fach Mathematik als überaus herausfordernd gilt. Umso wichtiger ist es als Lehrperson, die Schülerinnen und Schüler nicht zu überfordern. Das bedeutet für die Impulsgebung, dass die Lehrperson die Impulse an das Leistungsniveau der Lernenden anpassen sollte (Sullivan et al. 2006, S. 123 f.). Das heißt jedoch nicht, dass nicht auch herausfordernde, kognitiv aktivierende Impulse gestellt werden sollten. Im Gegenteil ist dies sogar wünschenswert, damit die Lernenden sich auch in schwierigeren Aufgaben einbringen und aktiv an der gemeinsamen Erarbeitung mitwirken können (Sullivan et al. 2006, S. 123).

Ein wesentlicher Teilaspekt der kognitiven Aktivierung bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Leistungsstandes ist die Kenntnis über das Vorwissen der Lernenden, um daran anzuknüpfen. Nur so kann der Erwerb mathematischen Wissens nachhaltig

vorangetrieben werden (Schmidt-Thieme 2014, S. 1076). Die Einschätzung der kognitiven Fähigkeiten der Lernenden entscheidet wiederum darüber, in welche Richtung und mit welcher Intensität Fortschritte durch einen Impuls erzielt werden können.

3.2.2.4 Kognitive Präferenzen der Lernenden

Neben dem Leistungsniveau können auch die kognitiven Präferenzen der Lernenden bei der Impulsgebung Berücksichtigung finden. Die Art und Weise, wie am besten gelernt wird, ist bei den Lernenden individuell sehr verschieden. Mit kognitiver Präferenz ist gemeint, dass die Lernenden beispielsweise eine funktionale Denkweise bevorzugen und daher mit dynamischen Visualisierungen besser zurechtkommen (Kiel et al. 2015, S. 3 f.). Bei der Bevorzugung des prädikativen Denkens würde sich dann eher ein Impuls durch statische Visualisierungen anbieten.

Zu den kognitiven Präferenzen lassen sich auch die Lerntypen oder Lernstile zählen. Jeder Impuls wird anders von den Lernenden aufgenommen und wirkt daher auch unterschiedlich. Um im Unterrichtsgespräch oder der Entwicklung von Inhalten mit mehreren Lernenden gleichzeitig den Lernstilen gerecht zu werden, bietet sich eine Variation in den Impulsen und zugehörigen Darstellungen an, damit alle Lernziele Berücksichtigung finden (Bruder 2013, S. 4 f.).

Es ist sicherlich hilfreich, wenn die Lehrperson um die kognitiven Präferenzen der Lernenden weiß. Das bedeutet allerdings nicht, dass sie darauf eingehen muss. Hier zeigt sich wieder die Abhängigkeit zum angestrebten Lernziel: Die Lehrperson kann mit ihrem Impuls auch bewusst nicht den kognitiven Präferenzen entgegenkommen, um den Lernenden in ihrem Denken zu mehr Flexibilität zu verhelfen.

Die Lehrperson sollte sich aber auch der eigenen kognitiven Präferenzen bewusst sein. Sie können nämlich dazu führen, dass sie unbewusst nur hauptsächlich einen oder wenige Stile bedient und damit die Zugänge für Lernende mit anderen Vorlieben erschwert oder die Antworten von den Lernenden bevorzugt, die dem eigenen Stil entsprechen (Bruder 2013, S. 5).

3.2.2.5 Vertrautheit der Lernenden mit dem Stil der Impulsgebung

In Abschnitt 3.2.1.9 wurde bereits erläutert, dass der Sprachstil der Lehrperson einen Einfluss auf die Impulsgebung hat. Von Seiten der Lernenden wiederum hat die Vertrautheit mit dem Stil der Impulsgebung einen Einfluss auf das Aufnehmen und Wirken des Impulses. Eine Klasse entwickelt in der Regel mit jeder Lehrperson eine eigene Mikrokultur, mit der „die Gesamtheit der Handlungs-, Deutungs- und Wahrnehmungsmuster [gemeint ist], die in einer sozialen Gemeinschaft etabliert werden“ (Erath 2017, S. 29). Gleiches lässt sich auch auf die Impulsgebung anwenden: Eine Klasse entwickelt mit jeder Lehrperson eigene diskursive Praktiken, eine eigene Gesprächskultur, oder genauer eine eigene *Impulsgebungskultur*. Jede Lehrperson

bringt in eine solche Kultur ihren eigenen Impulsgebungsstil mit hinein. Für die Schülerinnen und Schüler muss dieser Stil der Impulsgebung erst einmal entschlüsselt werden. Wenn sie vertraut sind mit der Art und Weise, wie Impulse gesetzt werden und welche Reaktionen daraufhin von ihnen erwartet werden, gibt es ihnen Sicherheit. Voraussetzung dafür ist, dass der Impulsgebungsstil der Lehrperson verlässlich und möglichst konsistent ist. Außerdem ist zu beachten, dass bei aller Vertrautheit dennoch auch Abwechslung benötigt wird:

> A balance has to be struck between using a limited range of questions, leading to boredom and a narrow view of mathematical thinking, and a confusing variety of approaches (Watson und Mason 1998, S. 4).

Die Sichtweise auf die Mathematik, die in diesem Zitat angesprochen wird, ist ein weiterer wichtiger Faktor in Bezug auf die Vertrautheit mit dem Impulsgebungsstil. Die Erfahrungen, die die Lernenden im Mathematikunterricht machen, beeinflussen ihre Sichtweise auf die Mathematik selbst. Wenn die Lehrperson ausschließlich geschlossene Fragen stellt und nach „richtig“ und „falsch“ trennt, entsteht bei den Lernenden das Bild, in der Mathematik sei stets alles eindeutig:

> A learners' experience in the classroom frames the view she will have about the subject. If she is asked closed questions with attention only to right answers, then getting an answer, any answer, will become the aim of mathematics; if all that is asked is that work is neat and tidy, then neatness and completion will become the aims of mathematics; if she is asked to express her thoughts about a concept, then expressing her own thoughts will become the aim; if she is asked to think, to develop relationships and structures, to compare them to, and eventually express them in, conventional forms, then these will become the aims of mathematics. The questions and prompts used, and the responses to these which are accepted, become the model of mathematical behavior for the learner (Watson und Mason 1998, S. 34).

Die Frage nach einem guten Impuls ist also gleichzeitig die Frage danach, welches Bild von Mathematik vermittelt werden soll. Dies geht weit über das bereits erwähnte angestrebte Lernziel eines Impulses hinaus, das sich auf den konkreten Stand im Lernprozess bezieht.

Eine abwechslungsreiche und gleichzeitig konsistente Impulsgebung verbunden mit einer offenen Erwartungshaltung, die Varianten und unterschiedliche Herangehensweisen ermöglicht, wird die Antworten der Lernenden auf die Impulse prägen

– sie werden ebenfalls variantenreicher. Dies meint natürlich nicht, dass mit jedem Impuls ein anderer Ansatz verfolgt werden sollte. Im Gegenteil kann dies sogar zur Verwirrung oder Frustration führen, weil für die Lernenden dann keine Struktur in den Fragen erkennbar ist, mit der ein stabiles Bild mathematischen Denkens möglich wäre (Watson und Mason 1998, S. 35).

Es ist also wichtig, dass die Lernenden mit dem Impulsgebungsstil der Lehrperson vertraut sind, um die Impulse entsprechend umsetzen zu können. Nicht nur von Seiten der Lernenden ist dies bedeutsam, sondern auch von Seiten der Lehrperson. Denn wenn die Lernenden die Art und Weise der Impulsgebung der Lehrperson kennen, kann die Lehrperson mit ihrem Impuls das beabsichtigte Ziel leichter erreichen.

3.2.3 Lernsituation

Neben den direkt am Impulsgebungsprozess Beteiligten hat die Lernsituation einen großen Einfluss auf die Impulsgebung. Zu ihr gehören z. B. die Lernatmosphäre, die Eigenschaften des Lerngegenstandes sowie äußere Umstände. Diese Einflussfaktoren sind zum Teil nicht leicht abzuschätzen, da sie relativ unstabil sind und sich ähnlich wie die anderen Faktoren gegenseitig beeinflussen. So kann an einem Tag das schöne Wetter positiven Einfluss auf die Stimmung der Lernenden haben, sodass sie freundlich und zugewandt sind, und an einem anderen Tag kann die Nervorsität vor einer anstehenden Klassenarbeit die Flexibilität der Lernenden einschränken. Nichtsdestotrotz sollte die Lehrperson grundsätzliche Einflussfaktoren durch die Lernsituation kennen, um sie bei der Reflexion ihrer Impulse im Hinterkopf zu haben.

3.2.3.1 Lernatmosphäre

Jede Lehrperson entwickelt mit jeder Lerngruppe eine eigene *Mikrokultur*, die die Gesamtheit der dort geltenden Handlungs-, Deutungs- und Wahrnehmungsmuster beschreibt (Erath 2017, S. 29). Diese Mikrokultur umfasst auch die Gesprächskultur, die die Umgangsformen und diskursiven Praktiken der Teilnehmenden umfasst. In Abschnitt 3.2.2.5 wurde bereits thematisiert, dass die Lernenden den Stil der Impulsgebung einer Lehrperson erst einmal kennenlernen müssen. Ähnlich dazu müssen alle Beteiligten zunächst die Lernatmosphäre einschätzen, wobei sie sie gleichzeitig mitgestalten.

In einer lernförderlichen Atmosphäre trauen sich diejenigen, die unsicher sind, ihre Unsicherheit zu artikulieren (Mason 2020, S. 709). Für die Lehrperson ist diese Offenheit wichtig, damit sie Schwierigkeiten in den Lernprozessen besser identifizieren und darauf mit ihren Impulsen reagieren kann. Mason et al. (2012, S. 160) nennen drei Komponenten einer günstigen mathematischen Atmosphäre:

- Sie muss anregend sein.
- Sie muss fordernd sein.
- Sie muss Muße zum Nachdenken gewähren.

Die Impulse, die eine günstige mathematische Atmosphäre fördern sollen, müssen demnach auch anregen und fordern sowie Muße zum Nachdenken gewähren. Die Lernatmosphäre nimmt also Einfluss auf die Impulsgebung, und die Impulsgebung nimmt Einfluss auf die Lernatmosphäre. Die Lehrperson kann eine positive Atmosphäre unterstützen, indem sie den Fokus auf das Aufstellen, Diskutieren und Verändern von Hypothesen legt, anstatt stets korrekte Antworten zu erwarten (Mason et al. 2012, S. 161).

3.2.3.2 Offenheit der Aufgaben

Die Offenheit wird in Abschnitt 3.3.2.5 als ein möglicher Leitgedanke bei der Impulsgebung beschrieben. Gleichzeitig stellt sie einen Einflussfaktor auf die Impulsgebung dar, indem sie die durch einen Impuls erreichbaren Ziele mitbestimmt. Die Lehrperson hat die Offenheit der Aufgaben zwar zunächst selbst in der Hand, muss dann aber mit den entsprechenden Gegebenheiten weiterarbeiten. Es ist schwierig, einen offenen Impuls zu formulieren, der die Lernenden in eigenständige Erkundungen entlässt, wenn die Aufgabe sehr geschlossen und eng formuliert ist. Es ist möglich, dass Lernende bei geschlossenen Aufgaben weniger bereit sind, sich mit offenen Impulsen zu befassen, weil sie sich eng an der Aufgabenstellung orientieren möchten. Während offene Aufgaben ihre Wirkung durch das Interesse der Lernenden entfalten, erfolgt die Lösung von geschlossenen Aufgaben unter Zwang oder Aspekten des Wettbewerbs (Mason et al. 2012, S. 142). Sich bei geschlossenen Aufgaben auf Impulse einzulassen, die ein produktiv divergierendes Verhalten beabsichtigen (s. Abschnitt 2.3.4.3), erfordert von den Lernenden ein hohes Maß an Motivation und Interesse für die Inhalte. Wenn der Lehrperson daran gelegen ist, dass die Lernenden sich ernsthaft mit offenen Impulsen auseinandersetzen, sollte sie immer wieder die Gelegenheiten einbauen, sich mit offenen Aufgaben zu beschäftigen:

> Wenn Sie das Lernen anderer Menschen beeinflussen können oder müssen, dann achten Sie darauf, wie oft Sie diesen die Gelegenheit dazu geben, nachzudenken, eigene Fragen zu stellen, Vermutungen zu entwickeln und in Muße zu betrachten (Mason et al. 2012, S. 161).

Die Lehrperson sollte also versuchen, ihre Impulse an die Offenheit der Aufgabenstellung anzupassen. Das bedeutet jedoch nicht, dass sie grundsätzlich von offenen Impulsen absehen muss, wenn die Aufgabenstellung eng formuliert ist. Auch zu geschlossenen Aufgaben können offene Impulse formuliert werden. Insbesondere im

Nachgang an eine geschlossene Aufgabe lassen sich offene Impulse zur Reflexion oder zur Vernetzung mit anderen Inhalten oder ähnlichen Aufgaben setzen. Es empfiehlt sich jedoch, klar zwischen Phasen zu trennen, in denen offene Erkundungen oder fokussierte Bearbeitungen erwünscht sind. Für Bittner (2006, S. 104 f.) ergänzen sich beide Seiten gegenseitig:

> Es ist eindeutig zu unterscheiden und im Vorab festzulegen, wann ein Unterrichtsgespräch auf die Erarbeitung eines vorgegebenen Themas innerhalb einer bestimmten Zeit drängen muss und wann es sich – sich gleichermaßen zurücklehnend – den Segnungen größerer Offenheit und Entscheidungsfreiheit hingeben darf. Wohlgemerkt sind beide Seiten notwendige gegenseitige Ergänzungen […] – der Umgang mit beidem will gelernt sein. […] Schüler und Schülerinnen sollen in ‚geschlossenen', themenzentrierten Erarbeitungsgesprächen ebenso wie in offenen, stärker personenzentrierten Verarbeitungsgesprächen lernen, sich inhaltlich, sozial und sprachlich angemessen mit Sache oder Dialogpartner auseinander zu setzen. In dieser Tätigkeit sollten sie sich weder von äußerem Leistungsdruck noch durch die Einräumung von Entscheidungsspielräumen beeinflussen lassen, um eine Sache situationsgemäß einmal leistungs- und sachzentriert, ein anderes Mal emotiv-individuell erfassen und besprechen [sic] können.

Im Gegensatz zu den offenen und geschlossenen Aufgabenstellungen muss die Lehrperson die Offenheit ihrer Impulse in der Regel nicht mitteilen. Dies ist jedoch auch wieder von der Vertrautheit der Lernenden mit dem Stil der Impulsgebung abhängig (s. Abschnitt 3.2.2.5). Für die Lehrperson sind offene Aufgaben zumeist mit höheren Anforderungen bei der Impulsgebung verbunden, weil durch die eingeräumten Freiheiten eine gewisse Unsicherheit entsteht, da die Lehrperson die Individualität der Lernwege weniger abschätzen kann (Mason et al. 2012, S. 142).

3.2.3.3 Art und Komplexität des Lerngegenstands

Die Art und Komplexität des Lerngegenstandes hat Einfluss darauf, welche Impulse zur Unterstützung der Lernenden geeignet sind. Sie wirken sich damit besonders auf die Ansätze von Impulsen aus, die in Abschnitt 3.3.4 beschrieben werden. Mit Art des Lerngegenstandes ist in Bezug auf den Mathematikunterricht insbesondere gemeint, ob es sich um das Erlernen eines Begriffs, eines Verfahrens oder eines Sachverhaltes handelt. Die Komplexität eines Lerngegenstandes ergibt sich u. a. durch die Anzahl an erforderlichen Schritten, den Grad der Abstraktion oder der erforderlichen Tiefe der Auseinandersetzung zur Begründung des Vorgehens (Sullivan et al. 2006, S. 124).

Entsprechend würden sich Impulsansätze eignen, die die Aufgabe in Teilschritte zerlegen, wichtige Aspekte akzentuieren oder den Grad der Elaborierung senken. Für die Lernenden kann es sehr unterschiedlich sein, welche Aspekte einer Aufgabe für sie zur Komplexität beitragen. Sullivan et al. (2006, S. 124) empfiehlt daher, mögliche Faktoren zu antizipieren und darauf eingehende Impulse im Vorfeld vorzubereiten. Dieses Vorgehen wird in ähnlicher Weise anhand von identifizierten Lernschritten in Abschnitt 4.2.2 exemplarisch durchgeführt. Die Komplexität des Lerngegenstandes geht also auch mit einer Komplexität der Impulsgebung für die Lehrperson einher. Sie erfordert in besonderem Maße von der Lehrperson ein flexibles Eingehen auf die individuellen Lernstände, die bedingt durch die Komplexität zahlreicher und vielfältiger zu erwarten sind. Eng in Verbindung mit der Komplexität des Lerngegenstands steht seine Offenheit. Wie bereits im vorherigen Abschnitt erwähnt, verstärkt die Offenheit die Komplexität der Impulsgebung zusätzlich. Dennoch sollte sich die Lehrperson nicht vor komplexen Lernumgebungen scheuen. Denn wenn sie das Lernen in einen reichhaltigen Kontext einbettet, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass die Lernenden ein umfassendes Verständnis des Fachs entwickeln (Watson und Mason 1998, S. 34).

3.2.3.4 Möglichkeit des Rückbezugs auf bereits vorhandene Inhalte

Für die Impulsgebung ist entscheidend, auf welchem Vorwissen und welchen Inhalten die Lehrperson ihre Impulse aufbauen kann. Welche Möglichkeiten hat eine Lehrperson, wenn es zunächst so scheint, als ob die oder der Lernende ‚gar nichts' weiß? Fest steht, dass die Lernenden immer etwas wissen, auf dem aufgebaut werden kann. Das vorhandene Wissen einzuschätzen und Ursachen für fehlendes Verständnis zu identifizieren gehört zur Hauptaufgabe einer Lehrperson bei der Impulsgebung (s. Abschnitt 4.2.1). Der Lernendenbeitrag, das vorausgegangene Lernendenverhalten sowie das Leistungsniveau wurden bereits als Möglichkeiten des Rückbezugs bei den Einflussfaktoren durch die Lernenden beschrieben. In diesem Abschnitt geht es stärker um die Inhalte, die laut Lehrplan als vorausgesetzt gelten. Dies bedeutet zwar nicht, dass die Lernenden auch wirklich über alle bis zu diesem Zeitpunkt zu erreichenden Kompetenzen verfügen, allerdings muss die Lehrperson auf der Grundlage des Curriculums Annahmen über die Wissensbestände der Lernenden treffen, wenn sie die Lerngruppe nicht bereits über einen längeren Zeitraum begleitet. Die Lehrpläne bieten also eine unterstützende Struktur, auf die sich die Lehrperson bei ihrer Impulsgebung berufen kann.

Den Möglichkeiten des Rückbezugs steht die Verpflichtung der Lehrplaninhalte gegenüber. Die Lehrperson muss sich bereits vor dem Setzen eines Impulses die Frage stellen, wie viel Zeit ihr Impuls bei den Lernenden in Anspruch nimmt und ob sie diese Zeitinvestition unter Berücksichtigung des Pensumsdruck als sinnvoll

betrachtet (Winter 2016, S. 218). Die Stofffülle hat also erheblichen Einfluss auf die Impulsgebung und entscheidet darüber, wie viel Zeit die Lehrperson den Lernenden geben kann, um ihren Impulsen nachzugehen. Sie bestimmt außerdem, inwieweit die Lehrperson mit ihren Impulsen einen Rückbezug auf bereits vorhandene Inhalte herstellen kann oder aufgrund der Zeitknappheit Verständnislücken in Kauf nehmen muss.

3.2.3.5 Äußere Umstände

Aus den bisherigen Erläuterungen der Einflussfaktoren auf die Impulsgebung ist bereits deutlich geworden, dass diese sehr zahlreich sind. Mit Hinzunahme der Betrachtung von „äußeren Umständen“ wird diese Fülle auf einen Schlag noch einmal deutlich größer. Dann und Haag (2025, S. 112) beschreiben sehr treffend, wie verschiedene Kategorien von Situationsvariablen die Entscheidungen der Lehrperson und damit auch die Impulsgebung beeinflussen und es dadurch zu einer hohen Situativität kommt:

> Die Situationsspezifität von Lehrerentscheidungen zeigt sich v. a. auch daran, dass in der realen Unterrichtssituation bei der Entscheidung für einen Handlungsentwurf eine Vielzahl von Entscheidungsbedingungen berücksichtigt wird. […]. Sie lassen sich vier Kategorien zuordnen:
> - Wissen über SchülerInnen (Eigenschaften, Persönlichkeitsmerkmale, Geschlecht, Begabung, Arbeitshaltung etc.);
> - Vorausgegangenes Schülerverhalten (ausbleibende Antworten, Fehler, Initiativen, hohe oder niedrige Aufmerksamkeit, vermutete Handlungsabsicht des Schülers, Intensität des Verhaltens etc.);
> - Selbstbezogene Kognitionen und Emotionen der Lehrkraft (Besorgnis, das Gesicht zu verlieren, Ärger, gute Laune, Stress etc.);
> - Äußere Umstände (erste/letzte Stunde, Unterrichtsfach, Zeitbegrenzung, Unterbrechung von außen, Faktoren des Lernstoffs und des Lehrmaterials etc.).

Mit der letzten Kategorie werden äußere Umstände beschrieben. Die Vielfalt der genannten Beispiele macht ersichtlich, wie schwierig es ist, diese Faktoren bei der Impulsgebung zu berücksichtigen. Dennoch haben sie einen nicht unerheblichen Einfluss und sollten daher im Rahmen der Möglichkeiten von der Lehrperson Beachtung finden. Dies kann schon durch kleinere Eingriffe erreicht werden, etwa durch Organisationsstrukturen. Beispielsweise kann die Bestuhlung im Raum so verändert werden, dass das Initiieren und Aufrechterhalten von Unterrichtsgesprächen nicht erschwert wird (Bittner 2006, S. 22).

Auch Winter (2016, S. 4) nennt eine Reihe äußerer Faktoren, die auf das Unterichtsgeschehen und damit auch auf die Impulsgebung einwirken. Hierzu zählt insgesamt das „System Schule mit Klassenunterricht, Lehrplan, Fachunterricht, Stundenplan, Prüfungen, Zeugnissen usw.“. An diesen Rahmenbedingungen kann die Lehrperson nichts ändern und sie kann sie nur geringfügig in ihrer Impulsgebung berücksichtigen. Trotzdem ist es sinnvoll, dass sie sich dieser Einflussfaktoren bewusst ist, damit sie sie bei der Reflexion ihrer Impulse und dem Ergründen von Gelingen oder Nicht-Gelingen der Impulse ggf. mit einbeziehen kann.

3.2.4 Spezifische Besonderheiten des Fachs Mathematik

Die in Abschnitt 3.1.1 vorgestellte Definition eines Impulses ist nicht fachspezifisch und lässt sich grundsätzlich auch auf andere Fächer anwenden. Allerdings gibt es eine Reihe von Besonderheiten, die bei mathematikspezifischen Impulsen zu vermerken sind (Ansteeg und Heitzer 2024, S. 14) und im Folgenden skizziert werden.

Aufgrund des stringenten und sachlogischen Aufbaus eignet sich das Fach Mathematik sehr gut für Selbsterkundungen der Inhalte. Dabei ist die Lehrperson jedoch auf positive Gefühle der Lernenden gegenüber dem Mathematiktreiben angewiesen (Heitzer und Weigand 2015, S. 2). Die zweiwertige Logik und die Intoleranz gegenüber Rechen- und Denkfehlern können den Lernenden den Zugang zur Mathematik allerdings erschweren (Heitzer und Weigand 2015, S. 5). Damit sie eine solide Basis für ihre Entdeckungen haben, ist der Aufbau von tragfähigen Grundvorstellungen wesentlich. Die Struktur der Mathematik bringt eine Reihe mathematikdidaktischer Spezifika mit sich, die gute Anknüpfungspunkte für das Finden von Impulsen bieten. Diese sind u.a. Hierarchien beim Begriffserwerb und Erkenntnisgewinn, heuristische Strategien und besonders mathematiktypische Prinzipien wie das operative Prinzip. Nicht ohne Grund gibt es deshalb zum Teil recht deutliche Analogien zwischen dem Thema Impulse und anderen mathematikdidaktischen Themen wie Strategien guter Problemlöser oder Merkmale guter Aufgaben.

Eine besondere Herausforderung stellt die angemessene Intensität oder auch Offenheit von Impulsen dar. Im Mathematikunterricht neigt die Lehrperson unter Umständen mehr als in anderen Fächern dazu, Inhalte zu erklären und kleinschrittig Vorgehensweisen zu vermitteln. Dies scheint insbesondere schwächeren Lernenden zu ermöglichen, im Unterricht den Anschluss zu behalten, und bringt vermeintlich ein schnelles Voranschreiten im Stoff mit sich. Allerdings werden die Lernenden damit in eine eher passive Rolle versetzt und erhalten weniger die Möglichkeit der eigenen Entdeckungen.

Etwas weniger präsent scheint im Mathematikunterricht die Ebene der eigenen Meinung zu sein. Wenn die Lernenden ihre eigene Meinung darlegen sollen, zum Beispiel um zu schildern, welchen Rechenweg sie besser finden, geht es oft nur vordergründig um ihre Meinung. Am Ende gibt es meist doch eine richtige Lösung, weil ein Rechenweg geschickter ist als der andere. Warum den Lernenden der andere Weg besser gefällt, spielt dann eine untergeordnete Rolle. Der Ansatz des Dialogischen Lernens kann dem entgegenwirken, indem er beispielsweise die Beiträge der Lernenden wertschätzt und als Ausgangspunkt für die Weiterarbeit nutzt. Dieses Vorgehen spiegelt sich in den Leitgedanken bei der Impulsgebung und den Qualitätskriterien von Impulsen wider, die im Rahmen der Gestaltung von Impulsen im nächsten Abschnitt thematisiert werden.

3.3 Anknüpfungspunkte für die Verbesserung der Impulsgebung

In diesem Abschnitt werden Anknüpfungspunkte für die Verbesserung der Impulsgebung näher in den Blick genommen. Dazu werden zunächst die Voraussetzungen für die Impulsgebung von Seiten der Lehrperson beschrieben (Abschnitt 3.3.1). Anschließend werden Leitgedanken vorgestellt, die Grundsätze bei der Impulsgebung darstellen (Abschnitt 3.3.2). Sie sind nicht als verpflichtend anzusehen, sondern dienen lediglich der Unterstützung und Orientierung. Daneben gibt es weitere Möglichkeiten, die Impulsgebung ein Stück weit greifbarer zu machen bzw. die Komplexität der Auseinandersetzung mit Impulsen durch eine Fokussierung zu reduzieren, beispielsweise durch Klassifizierungen. Daher werden bei den Lernenden auszulösende Tätigkeiten (Abschnitt 3.3.3) sowohl fächerübergreifend als auch mathematikspezifisch beschrieben und mögliche Ansätze der Lehrperson identifiziert (Abschnitt 3.3.4). Mit diesen Anhaltspunkten wird eine Einordnung des kognitiven Anspruchs von Impulsen im Mathematikunterricht vorgenommen (Abschnitt 3.3.5). Ein Impulskatalog arbeitet die Klassifizierungsmöglichkeiten unterrichtspraktisch auf (Abschnitt 3.3.6). In einem nächsten Schritt geht es um die Einschätzung der Qualität von Impulsen (Abschnitt 3.3.7), bevor abschließend übergeordnete Lernziele zur mathematikspezifischen Impulsgebung formuliert werden (Abschnitt 3.4).

3.3.1 Voraussetzungen für die Impulsgebung

Die Impulsgebung ist nicht mit einer spezifischen Kompetenz verbunden, die erworben und damit stets beherrscht wird. Es kann also passieren, dass einer Lehrperson in

der einen Situation sehr gute Impulse gelingen und sie in der nächsten eher unpassende Impulse gibt. Darüber hinaus ist die Impulsgebung von sehr vielen Faktoren abhängig (s. Abschnitt 3.2), sodass das Gelingen eines Impulses nicht allein von der Lehrperson abhängt. Dennoch lassen sich auf Seiten der Lehrperson einige Voraussetzungen identifizieren, die die Wahrscheinlichkeit auf passende Impulse erhöhen. Diese sind in Tab. 3.3 überblicksartig zusammengefasst. Sie werden anschließend näher erläutert.

Voraussetzung	**Kurzbeschreibung**
Fachliche Sicherheit	Um die Möglichkeiten für fachliche Erkundungen zu erkennen, die sich an die Lernendenbeiträge anschließen können, muss die Lehrperson eng mit den fachlichen Inhalten vertraut sein.
Fachdidaktische Kompetenzen	Insbesondere die diagnostischen Kompetenzen werden benötigt, um eine möglichst gute Einschätzung des Lernstandes vorzunehmen.
Zielklarheit	Bei der Entwicklung von Handlungsoptionen orientiert sich die Lehrperson an dem oder den Zielen. Sie werden außerdem herangezogen, um im Nachgang die Güte des Impulses zu evaluieren.
Übersicht über die möglichen Ansätze	Voraussetzung für das reflektierte Setzen eines Impulses ist ein gewisses Handlungsrepertoire an Impulsansätzen (s. Abschnitt 3.3.4), aus dem die Lehrperson bewusst wählen kann.
Kommunikationskompetenzen	Aus den Lernendenbeiträgen muss die Lehrperson entnehmen, auf welchem Stand sich die Lernenden befinden. Gleichzeitig muss sie sich so ausdrücken, dass die Lernenden ihr folgen können.

Tab. 3.3: Übersicht über die Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung auf Seiten der Lehrperson

Mithilfe ihrer fachlichen Kompetenzen kann die Lehrperson abschätzen, welche Inhalte auf den bereits gemachten Erkundungen aufbauen und in welche Richtungen

Vertiefungen möglich sind. Zusammen mit den fachdidaktischen Kompetenzen wird ein hohes Maß an fachlicher Sicherheit außerdem benötigt, um Ursachen für Fehler und mangelndes Verständnis zu identifizieren.

Damit die Lehrperson eine möglichst gute Einschätzung des Lernstandes der Lernenden vornehmen kann, benötigt sie ihre fachdidaktischen bzw. diagnostischen Kompetenzen. Die Einschätzung legt den Grundstein für den weiteren Impulsgebungsprozess und entscheidet darüber, wie passend der Impuls gesetzt werden kann.

Mit Zielklarheit sind insbesondere die fachlichen Ziele gemeint, wobei sich die Zielsetzung auch auf einer Metaebene bewegen kann. Mögliche Ziele könnten z. B. sein:

- Herausarbeiten einer fachlichen Erkenntnis
- Verallgemeinerung eines Ergebnisses
- Anwenden einer Strategie
- Übertragung einer Strategie auf einen anderen Fall
- Verbesserung des Vorstellungsvermögens
- Förderung der Fachsprache
- Annäherung an die fachliche Norm
- Einsehen eines Fehlers
- Erkennen der Fehlerursache

Das übergeordnete Ziel sollte immer sein, dass sich die Lernenden fachlich weiterentwickeln. Die aufgeführten Beispiele sind daher als Teilschritte auf dem Weg dorthin zu sehen. Die Lehrperson sollte ihr Ziel klar vor Augen haben, um ihren Impuls darauf abstimmen und sein Gelingen später daran messen zu können. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass zeitgleich mehrere Ziele verfolgt werden können. Es erscheint jedoch nicht realistisch, mehr als drei Ziele gleichzeitig anzuvisieren, da es eine verständliche Impulsformulierung erschwert und zu Überforderungen auf Seiten der Lernenden führen kann. Eine Schwerpunktsetzung ist in diesem Fall vorzuziehen.

Wenn die Lehrperson ein oder mehrere Ziele für ihre Intervention festgelegt hat, ist es von Vorteil, wenn sie verschiedene Ansätze zur Zielerreichung kennt und deren jeweilige Auswirkungen abschätzen kann. Hierzu ist es hilfreich, wenn ihr eine Übersicht über die möglichen Ansätze zur Verfügung steht. Eine solche Übersicht wird in Abschnitt 3.3.4 vorgestellt. Nur wenn die Lehrperson mehrere Ansätze zur Auswahl hat, kann sie sich gezielt und bewusst für einen entscheiden. Mithilfe der Übersicht kann sie ihren Impulsen entweder im Nachgang einen Ansatz zuordnen und sich diesen für nachfolgende Impulse merken, oder im Vorfeld einen Ansatz wählen und ihn reflektiert einsetzen.

Eine Kompetenz, die im Impulsgebungsprozess eine sehr große Rolle spielt, aber leider schnell unterschätzt wird, stellt die Kommunikationskompetenz dar. Sie scheint zunächst nicht so wichtig zu sein, spiegelt sich aber in mehreren Phasen der Impulsgebung wider. Die Lehrperson benötigt sie, um aus den Lernendenäußerungen im Zusammenspiel mit den diagnostischen Kompetenzen herausfiltern zu können, wo die Lernenden im Lernprozess stehen oder mit welchen Schwierigkeiten sie sich auseinandersetzen. Weiterhin wird die Kommunikationskompetenz benötigt, um sich bei der Impulsgebung verständlich, präzise und gegenüber dem Lernstand der Schülerinnen und Schüler angemessen auszudrücken. Entscheidend ist hierbei vor allem das Bewusstsein dafür, welchen Einfluss die Kommunikation auf den Lernprozess ausübt. Dies erfordert ebenso ein hohes Reflexionsvermögen, damit die Äußerungen mit den jeweiligen Auswirkungen korrekt eingeordnet werden können. Über die Kommunikation äußert sich darüber hinaus die Beziehung zwischen Lehrperson und Lernenden. Kommt es zu Problemen in der Kommunikation, hat dies erheblichen Einfluss auf den Lernfortschritt. Die Kommunikationskompetenz setzt damit noch weit vor dem eigentlichen Setzen des Impulses an und ist daher eine grundlegende Voraussetzung für das Gelingen der Impulsgebung.

3.3.2 Mögliche Leitgedanken bei der Impulsgebung

Als mögliche Leigedanken bei der Impulsgebung werden hier Grundsätze verstanden, die im Prozess der Impulsgebung richtungsweisend sein können und der Impulsgebung einen Rahmen geben. Die Liste der nachfolgend aufgeführten Grundsätze ist so zu verstehen, dass die Lehrperson einzelne Aspekte beim Setzen eines Impulses in den Vordergrund stellen kann. Sie sind also nicht zwingend erforderlich, geben jedoch Anhaltspunkte für eine Schwerpunktsetzung. Es erscheint weder möglich noch sinnvoll, alle Leitgedanken gleichzeitig zu bedienen. Die Liste erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Die folgenden Leitgedanken werden nachfolgend näher beschrieben:

- Verstehens- und Vorstellungsorientierung
- Förderung der mathematischen Mündigkeit
- Veranlassen von Produktion und Eigenaktivität
- Kognitive Aktivierung
- Offenheit
- Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade
- Herausfordernde, zutrauende Haltung
- Wecken von Motivation und Neugierde
- Wertschätzung

- Dialoganregung
- Nachhaltige Anlegung
- Zielorientierung
- Präzision
- Verständlichkeit
- Abwechslungsreichtum
- Transparenz
- Einräumen von Zeit zum Reagieren
- Anregen von Reflexion

Die Leitgedanken sind nicht immer schnittmengenfrei und bedingen sich teilweise gegenseitig. Dies hängt jedoch stark von den jeweiligen Gegebenheiten ab, sodass die Überschneidungen an dieser Stelle nicht beachtet werden.

3.3.2.1 Verstehens- und Vorstellungsorientierung

Guter Mathematikunterricht hat den Anspruch, verstehens- und vorstellungsorientiert zu sein und sich von einer mechanischen Beherrschung von Rechenverfahren abzugrenzen (Beutelspacher et al. 2011, S. 2). Dies hat ebenso Auswirkungen auf die Impulse, die im Unterricht gesetzt werden, denn sie sollten der Verstehens- und Vorstellungsorientierung entsprechen.

Nach Wagenschein (1988) genügt es nicht, Sätze zu lehren oder zu veranschaulichen, sondern die Schülerinnen und Schüler müssen verstehen lernen (zitiert nach Beucke-Galm 2015, S. 103). Das bedeutet, Beziehungen zwischen und zu den Inhalten herzustellen und in unterschiedlichen Kontexten zu überprüfen (Lehmann-Rommel 2015, S. 64). Ein wirkliches Verständnis der Inhalte zu vermitteln setzt voraus, dass Impulse eine geistige Aktivierung mit substantiellen mathematischen Inhalten bewirken und damit den Zugang zu den drei Grunderfahrungen nach Winter verschaffen (Blum 2016, S. 4). Die Rolle der Lehrperson kann darin gesehen werden, die individuelle und gemeinsame Wissenskonstruktion voranzubringen und darauf aufzubauen. Es ist das verstandene Wissen, das den Lernenden zum flexiblen Anwenden des Gelernten verhilft und ihnen eine Übertragung auf andere Kontexte ermöglicht (Bruckmaier 2019, S. 128).

Dem gegenüber steht das einfache Kommentieren von Ansätzen als richtig oder falsch (Stein et al. 2008, S. 4). Problematisch ist, dass im zunehmend offener gestalteten Unterricht vermehrt die Steuerungsfunktion von Impulsen zum Tragen kommt und damit die fachlich tiefe Auseinandersetzung in den Hintergrund gerät. Ein grundlegendes Ziel von Impulsen ist jedoch das vernetzte Wissen, das durch Herausfordern von Verständnis, Missverständnissen oder weiteren Lernprozessen angeregt wird (Lerman et al. 2012, S. 52). Solche Impulse setzen auf die Bereitschaft

der Schülerinnen und Schüler, in einer gemeinsamen Anstrengung zu Erkenntnissen zu gelangen (Watson und Mason 1998, S. 52). Diese Bereitschaft ist sicherlich dann größer, wenn der Sinn der Anstrengung und intensiven Auseinandersetzung erkannt ist. Das Bauen auf Verständnis hat im Mathematikunterricht allerdings auch seine Grenzen: Viele Regeln wie $(-1) \cdot (-1) = 1$ können nicht wirklich verstanden werden. Es können höchstens die Zweckmäßigkeit und das Zusammenwirken von Regeln begründet werden (Brunner 2020, S. 41). Nichtsdestotrotz leuchtet es ein, dass eine tiefe Auseinandersetzung mit den Inhalten umso eher erzielt wird, je stärker das algorithmische Prozessieren mit dem begrifflich-deklarativen Wissen interagiert (Winter 2016, S. 55). Der konstruktivistische Unterricht sowie das Konzept des Dialogischen Lernens können diesem Ziel angemessen gerecht werden. Für die Zielsetzung von konstruktivistischen oder dialogischen Impulsen bedeutet dies, dass sie den Prozess dem Ergebnis voranstellen.

3.3.2.2 Förderung der mathematischen Mündigkeit

Eng einhergehend mit der Verstehens- und Vorstellungsorientierung von Impulsen lässt sich die Förderung mathematischer Mündigkeit als Eigenschaft anbringen. Damit ist gemeint, dass die Lernenden mit einem mathematischen Blick auf die Welt (Beutelspacher et al. 2011, S. 2) ausgestattet werden, der es ihnen ermöglicht, aus der rein innermathematischen Perspektive hinauszutreten und ihre mathematischen Fähigkeiten zu nutzen, um ihre Umwelt aus einer mathematischen Perspektive zu beleuchten. Das Zusammenwirken von innermathematischen Auseinandersetzungen und dem außermathematischen Anwenden stellt für Winter (2016, S. 174) die Basis eines nachhaltigen Lernens im Mathematikunterricht dar:

> Erkenntnisfortschritt und Produktion neuen Wissens ist charakterisiert durch gleichzeitigen Aufbau eines symbolisch gefassten Begriffssystems als strukturellen Kern und eines Kranzes zugehöriger anschaulicher (empirischer) Anwendungsfelder.

Impulse, die die mathematische Mündigkeit fördern, streben also ein ausgewogenes Verhältnis von innermathematischen Gedankengängen und außermathematischen Bezügen an.

3.3.2.3 Veranlassen von Produktion und Eigenaktivität

Mit dem Veranlassen von Produktion und Eigenaktivität ist gemeint, dass die Impulse weniger belehrend, sondern anregend sind. Sie sollen den Lernenden helfen, sich aktiv mit den Inhalten auseinanderzusetzen und sie sich zu eigen zu machen. Die Produktion und Eigenaktivität kann dabei als Mittel auf dem Weg zum Verstehen

gesehen werden und ist daher eng verknüpft mit der Vorstellungs- und Verstehensorientierung.

Eine Möglichkeit, dieses Ziel zu verfolgen, bietet der forschende oder entdeckende Unterricht. Dabei spielt die aktive, entwerfende und schöpferische Tätigkeit eine wesentliche Rolle (Winter 2016, S. 177). Lutz-Westphal et al. (2022, S. 7) beschreiben in ihrem *Mathe.Forscher-Unterricht*, dass die Schülerinnen und Schüler eine aktive Haltung gegenüber den mathematischen Inhalten einnehmen. Sie sind der Auffassung, dass gerade ein aktives, aber nicht-lineares Durcharbeiten von Inhalten mehr bewirken kann als ein passives Entgegennehmen von Unterrichtsstoff. Dazu gehört aber auch, dass die Lernenden gewisse Durststrecken aushalten und auf ihrem Weg ebenso Irrwege oder Misserfolge in Kauf nehmen müssen (Lutz-Westphal et al. 2022, S. 7). Dies ist nicht selbstverständlich und erfordert Übung.

Ein dialogischer Ansatz ist gut geeignet, um die Schülerinnen und Schüler auf diesem Weg zu unterstützen. Wenn ihre eigenen Ideen zum Inhalt der Diskussionen werden, können sie erleben, wie sich Lernen durch Interaktion und Kommunikation mit Anderen vollziehen kann (Stein et al. 2008, S. 27). Impulse können diesen Lernprozess begünstigen, indem sie das Produzieren und das darüber Reden als zwei unverzichtbare Aktivitäten für das Erfassen veranlassen (Mason et al. 2012, Vorwort XVI). Die Relevanz des Veranlassens von Produktion und Eigenaktivität durch Impulse lässt sich am besten wieder mit einem Zitat von Winter (2016, S. 174) verdeutlichen:

> Das Lernen von Mathematik ist umso wirkungsvoller – sowohl im Hinblick auf handfeste Leistungen, speziell Transferleistungen, als auch im Hinblick auf mögliche schwer fassbare bildende Formung –, je mehr es im Sinne eigener aktiver Erfahrungen betrieben wird, je mehr der Fortschritt im Wissen, Können und Urteilen des Lernenden auf selbständigen entdeckerischen Unternehmungen beruht.

Neben dem Streben nach wirklichem Verständnis und den motivationalen Auswirkungen hat das Veranlassen von Produktion und Eigenaktivität noch einen weiteren Vorteil, der für den Unterricht nicht unerheblich ist: Es entsteht eine Grundlage für die Bewertung. Wenn die Lernenden durch mehr oder weniger durchgehende Instruktionen in eine Objektstellung gedrängt werden, fehlt der Lehrperson die Möglichkeit, sich Rückmeldungen durch die Beiträge der Lernenden einzuholen. Sie kann dann weder einschätzen, ob das bisherige Handeln inklusive der eingesetzten Impulse erfolgreich war, noch den Lernfortschritt bewerten (Bittner 2006, S. 122). Wenn die Lernenden in ihren eigenen Lernprozessen eine Subjektstellung erfahren,

ist also ein nachhaltigeres Lernen zu erwarten, das der Lehrperson gleichzeitig mehr Informationen über den Lernprozess bereitstellt.

3.3.2.4 Kognitive Aktivierung

Nach Pólya (1966, S. 12 f.) ist es „die vornehmste Pflicht des Mathematikunterrichts […], das *Selbstdenken* der Schüler zu fördern“ (Herv. i. Orig.). Dies lässt sich auch auf die Impulsgebung übertragen. Demnach ist eine der wichtigsten Eigenschaften eines Impulses der Grad der kognitiven Aktivierung, der mit ihm verbunden ist. Mit kognitiver Aktivierung ist gemeint, dass gedankliche Tätigkeiten angeregt und fortbewegt werden. Für den Mathematikunterricht bedeutet dies kurz gesagt, dass mathematisches Denken ausgelöst wird. Kognitiv aktivierende Impulse fordern auf und führen weiter: Der gute verbale Impuls ist die Mitgift des Lehrers an die kognitiven Erkundungsgänge der Schüler. Der Impuls ist der „Startschuß in die geistige Selbstständigkeit“ (Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien in Koblenz o. J., S. 1). Dies ist zunächst losgelöst von der Tiefe der Auseinandersetzung. Entscheidend ist, an welches Vorwissen der Impuls anknüpfen kann. Um den Grad der kognitiven Aktivierung eines Impulses besser einschätzen zu können, lassen sich beispielsweise die Taxonomiestufen nach Bloom et al. (1956) heranziehen, die sechs Stufen umfassen (zitiert nach Lotz und Lipowsky 2015, S. 110):

- Wissen
- Verständnis
- Anwendung
- Analyse
- Synthese
- Bewertung

Dabei werden Fragen und Impulse auf den ersten beiden Stufen als *lower-order-questions* bezeichnet, während Fragen der Analyse, Synthese oder Bewertung als *higher-order-questions* gelten (Lotz und Lipowsky 2015, S. 110). Auch wenn der Grad der kognitiven Aktivierung von den individuellen Vorerfahrungen der Lernenden abhängt, kann die grundsätzliche kognitive Komplexität durch diese Unterscheidung näher eingegrenzt werden. Etwas verkürzter dargestellt wird zwischen Wissens- und Denkfragen unterschieden. Es ist gut nachvollziehbar, dass ein kognitiv anspruchsvoller Impuls mit einem höheren Niveau der Lernendenbeiträge einhergeht (Lotz und Lipowsky 2015, S. 110). Der Grad der kognitiven Aktivierung ist für den Lernfortschritt also wesentlich.

Es stellt sich die Frage, wie ein höherer Grad an kognitiver Aktivierung mit Impulsen umgesetzt werden kann. Operatorenlisten, die den Lernzieltaxonomien

zugeordnet werden, bieten hierfür erste Ansatzpunkte. Generell sind Impulse, die Aktivitäten wie das Sammeln, Ordnen oder Kategorisieren anregen, förderlich für die Denk- und Lernprozesse. Darüber hinaus tragen beispielsweise das Schlussfolgern, Erklären, Begründen, Verallgemeinern und Bewerten zu Veränderungen der kognitiven Strukturen und damit zum Aufbau der intellektuellen Fähigkeiten bei (Bittner 2006, S. 79). Dass im Unterricht nicht ausschließlich Denkfragen diskutiert werden können, sondern auch Wissensfragen ihre Berechtigung haben, liegt auf der Hand. Wichtig ist, dass beide in einem ausgewogenen Verhältnis eingesetzt werden und dieser Einsatz bewusst vorgenommen wird (Lotz und Lipowsky 2015, S. 110).

Nach Padberg (2011, S. 131) ist es entscheidend, den Schülerinnen und Schülern einen Spielraum zum Denken zu geben, in dem sie ihre eigenen Ideen entwickeln können. Einen Anlass zu Vertiefungen, zur Wissensorganisation und Reflexion bieten Anbindungen an inhaltlich tragende Ideen (Kuntze 2012, S. 4). Wenn darüber hinaus im Unterricht vielfältige Darstellungen genutzt werden, sind gute Grundlagen für Vernetzungen geschaffen (Lerman et al. 2012, S. 52). Welchen Ansatz die Impulse dabei konkret verfolgen können, wird in Abschnitt 3.3.6 näher beschrieben.

3.3.2.5 Offenheit

Es ist nicht eindeutig festgelegt, was der Begriff der Offenheit in Bezug auf einen Impuls genau ausdrückt. Die Offenheit eines Impulses kann sich sowohl auf den Prozess als auch auf das Ergebnis beziehen. Im Hinblick auf den Prozess meint Offenheit, dass verschiedene Herangehensweisen und Lösungswege möglich sind. Mit Ergebnisoffenheit ist gemeint, dass es keine eindeutige Lösung gibt und daher verschiedene Ergebnisse richtig sein können. Solche Impulse können auch als divergent bezeichnet werden und regen eher zu kreativem Denken an als solche, die durch regelhaftes oder eng strukturiertes Denken beantwortet werden können (Lotz und Lipowsky 2015, S. 109). In Bezug auf das Ergebnis sollten Impulse grundsätzlich eher offen sein, wenn es um die Erkundung neuer Inhalte geht, und geschlossen, wenn es um die Überprüfung des Wissensstandes der Lernenden geht (Lotz und Lipowsky 2015, S. 111).

In der Literatur scheint zum Teil eine Verwechslung zu bestehen zwischen Offenheit und kognitiver Aktivierung. Ein kognitiv aktivierender Impuls kann offen gestellt sein – muss er aber nicht:

> Gibt es zwei Brüche, bei denen die paarweise Addition von Zähler und Nenner zu einem richtigen Ergebnis der Addition beider Brüche führt?

Diese Fragestellung ist in der Hinsicht geschlossen, dass es nur eine richtige Antwort gibt. Der Weg zu der Antwort hingegen ist offen. Insbesondere ist der Grad der

kognitiven Aktivierung äußerst hoch, da ausgehend von einer typischen Fehlvorstellung ein großes Erkundungsfeld eröffnet wird, das zum Suchen von Beispielen oder Gegenbeispielen anregt und zur Notwendigkeit eines Beweises führt.

In der Mathematik ist die zweiwertige Logik weit verbreitet und dementsprechend das Bild allgegenwärtig, eine Aussage sei entweder richtig oder falsch. Auch der Mathematikunterricht ist von diesem Bild geprägt, wobei zuletzt eine Tendenz zu mehr ergebnisoffenen Fragestellungen deutlich wahrzunehmen ist. Das Eröffnen von reflektierenden Gesprächen bietet eine Möglichkeit, offene Impulse zu stellen. Neben dem Angebot von Erkundungsräumen, wie sie in dem oben genannten Beispiel aufgemacht wurden, ist dies für das Entdecken von neuen Inhalten ebenso wichtig (Winter 2016, S. 6)

Anders herum ist Offenheit keine Garantie für kognitive Aktivierung. Beispielsweise können Impulse zu offen gestellt sein und die Lernenden damit überfordern, sodass sie resignieren und in keiner Weise kognitiv aktiviert werden. Nichtsdestotrotz ist Offenheit förderlich für das Anregen von Denkprozessen. An dieser Stelle wird wieder deutlich, wie wichtig es ist, dass sich ein Impuls an den Lernenden orientiert. Die angeregte fachliche Auseinandersetzung hängt nicht nur von dem eigentlichen Impuls ab, sondern auch von der Passung zum Beitrag der Schülerin oder des Schülers. Ihre Tiefe kann mithilfe der eben beschriebenen Taxonomiestufen eingeschätzt werden.

Es ist davon auszugehen, dass die Fruchtbarkeit von Unterrichtsgesprächen von der Interaktion zwischen den Lernenden bzw. zwischen den Lernenden und der Lehrperson abhängt, und dass diese Fruchtbarkeit wiederum von der Offenheit abhängt, die die Gesprächsteilnehmenden sich gegenseitig und gegenüber der neu zu erkundenden Inhalte mitbringen (Beucke-Galm 2015, S. 111). Um einen Unterricht zu gestalten, der das divergente Denken fördert und demnach eine offene Haltung lebt, lassen sich nach Winter (2016, S. 239) die Guilforschen Faktorengruppen des divergenten Denkens heranziehen. Daraus können fünf Ebenen abgeleitet werden, mit denen sich die Öffnung durch Impulse beschreiben lässt:

1. Durch den Impuls werden die Lernenden dazu angeregt, selbst Fragen aufzuwerfen und Problemstellungen zu entwickeln (Problemsensitivität).
2. Der Impuls regt die Lernenden dazu an, verschiedene Darstellungsmöglichkeiten auszuprobieren (Flüssigkeit).
3. Mit dem Impuls wird die Motivation geschaffen, Sachverhalte aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten und Beziehungen zu anderen Sachverhalten zu finden (Flexibilität).

4. Der Impuls eröffnet den Lernenden die Möglichkeit, auch ungewohnte und neue Lösungswege zu gehen (Originalität).
5. Der Impuls regt dazu an, allgemeinere Sachverhalte detaillierter zu untersuchen und zu konkretisieren (Elaboration).

Es wird schnell ersichtlich, dass ein Impuls selten auf allen Ebenen eine Öffnung anregen kann. Dies ist auch nicht nötig oder anzustreben. Wenn die Lehrperson grundsätzlich diese fünf Ebenen im Hinterkopf hat und sich hin und wieder Impulsen bedient, die mindestens eine der Ebenen erfüllen, ist die Grundlage für einen Unterricht geschaffen, der offene Erkundungsgänge fördert. Bei den Lernenden wird dadurch eine erkundende, forschende Haltung etabliert:

> Offen gestaltete Impulse oder Fragen, die kurz und schnell zu erfassen sind (wie zum Beispiel „Was fällt hier auf?“), eignen sich besonders gut für einen Unterricht, der forschendes Lernen in den Vordergrund stellt (Lutz-Westphal 2014, S. 16).

In dem Zitat werden neben der Offenheit noch weitere Leitgedanken für das Formulieren eines Impulses erwähnt, nämlich die Genauigkeit und Verständlichkeit. Auf sie wird weiter unten näher eingegangen (s. Abschnitt 3.3.2.13 und Abschnitt 3.3.2.14). Aufgrund der unterschiedlichen Leistungsstände und Lernendenanliegen stellen offene Impulse eine große Herausforderung für die Lehrperson dar. Dennoch sollte davon abgesehen werden, dies durch formalisierte Aspekte der Steuerung wie z. B. standardisierte Problemstellungen zu kompensieren (Lehmann-Rommel 2015, S. 63). Denn dadurch wird den Lernenden nicht nur die Möglichkeit der fachlich tiefen Auseinandersetzung genommen, sondern es entsteht evtl. eine eintönige und damit demotivierende Unterrichtsgestaltung.

3.3.2.6 Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade

Insbesondere wenn es darum geht, mit Impulsen in einen neuen Sachverhalt einzuführen, ist es wichtig, dass eine Bearbeitung auf unterschiedlichen Leistungsniveaus möglich ist, sodass alle Lernenden die Möglichkeit erhalten, Entdeckungen zu machen (Lotz und Lipowsky 2015, S. 111). Meistens geht eine Ergebnisoffenheit eines Impulses mit Erkundungsmöglichkeiten auf unterschiedlichen Niveaustufen einher. Alternativ wäre es auch möglich, mehrere Impulse zu setzen, wobei z. B. Impuls A für leistungsschwächere und Impuls B für leistungsstärkere Lernende vorgesehen ist.

Wenn sich der Impuls nicht an mehrere, sondern an eine einzelne Schülerin oder an einen einzelnen Schüler richtet, tritt die Forderung nach unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden in den Hintergrund. In diesem Fall ist es wieder die Passung an den Beitrag der oder des Lernenden, die entscheidend ist.

3.3.2.7 Herausfordernde, zutrauende Haltung

Nach Mason et al. (2012, S. 166) gedeiht das mathematische Denken am besten „in einer anregenden Atmosphäre, wo Herausforderungen geboten werden und Muße zum Überlegen bleibt". Wie herausfordernd ein Impuls angelegt ist, lässt sich wieder an den Taxonomiestufen messen. Aufgrund der Leistungsheterogenität der Lernenden bedeutet eine solche Einschätzung jedoch nicht für alle Schülerinnen und Schüler die gleiche Herausforderung. Aus diesem Grund können Impulse an eine Gruppe von Lernenden diese Eigenschaft auch nur sehr schwer erfüllen.

Der Grat zwischen Herausforderung und Überforderung ist sicherlich schmal. Daher spielen die diagnostischen Fähigkeiten der Lehrperson eine so große Rolle. Es ist ihre Aufgabe, das Leistungsniveau möglichst gut einzuschätzen, um einen passenden Impuls setzen zu können. Unabhängig vom Leistungsniveau der oder des Lernenden sollte ein Impuls auf dem jeweiligen Niveau herausfordern und darauf abzielen, einen größtmöglichen Lernerfolg zu erzielen. Denn: „Wo es keine Schwierigkeit gibt, gibt es auch keine Aufgabe" (Pólya 1966, S. 173). Und weitergeführt lässt sich daraus folgern, dass es dann auch zu keinem oder nur zu sehr geringem Lernerfolg führt. Es ist nicht erstrebenswert, leistungsstarken Lernenden mit herausfordernden Impulsen zu begegnen, während leistungsschwächere Lernende stets mit zusätzlichen Erläuterungen und Hilfen unterstützt werden. Wenn allen Lernenden herausfordernde Impulse geboten werden, mit denen sie auch mal vor größere Probleme gestellt werden und für deren Erfüllung sie wirklich aktiv werden müssen, fühlen sie sich gleichzeitig stärker in die Lerngruppe eingebunden (Sullivan et al. 2006, S. 123). Die Schülerinnen und Schüler sollen sich als handlungsfähige Menschen erleben und aus der Rolle der *Betroffenen* in die Rolle der *Beteiligten* treten, sodass sie zu mehr Verantwortungsbewusstsein für ihren Lernprozess gelangen (Thiel 2008, S. 117).

Gleichzeitig sollte ein Impuls an eine Gruppe von Lernenden nicht so heruntergebrochen werden, dass alle mit ihm zurechtkommen. Ein Impuls sollte auch leistungsstarke Schülerinnen und Schüler noch zum Denken herausfordern (Lotz und Lipowsky 2015, S. 111). Den leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern ist kein Gefallen damit getan, wenn sie nicht herausgefordert werden. Im Idealfall sollte ein Impuls an eine Lerngruppe von allen bearbeitet werden können, wobei für Leistungsschwächere bei Bedarf Sprungbretter (Pólya 1966, S. 29 ff.) zur Verfügung stehen und Leistungsstärkere über sogenannte Rampen zu weiteren Entdeckungen vorstoßen können (Ruf und Gallin 2019, S. 49).

3.3.2.8 Wecken von Motivation und Neugierde

Ein entscheidendes Prinzip für erfolgreiches Lehren ist nach Pólya (1995, S. 7) die maximale Motivierung. Dies lässt sich auch auf den Erfolg eines Impulses anwenden:

Wenn den Lernenden bewusst ist, dass die gestellten Impulse den vollen Einsatz wert sind, ist die Erfolgswahrscheinlichkeit für die Impulse bedeutend höher. Dieses Bewusstsein bzw. die damit verbundene Haltung kann nicht durch einen einzigen Impuls erreicht werden. Es ist vielmehr das Zusammenspiel zwischen der Haltung der Lernenden, der Lehrperson und der Lernatmosphäre, die durch alle entsteht und sich langfristig aufbaut. Eine forschende, auf Neugier ausgerichtete Grundhaltung entspricht ebenfalls den Zielen des forschenden Lernens (Roth und Weigand 2014, S. 3), und auch Winter fordert für das entdeckende Lernen, die Lernenden zum Produzieren „anzustiften“ (Winter 2016, S. 241).

Es muss also erkennbar sein, dass sich die Anstrengungen und Mühen lohnen. Eine gute Möglichkeit, dies zu erreichen, ist die Wertschätzung der Beiträge. Da sie für die Einsatzbereitschaft eine große Rolle spielt, wird sie im Folgenden näher beschrieben.

3.3.2.9 Wertschätzung

Es wäre zu viel verlangt, von einem Impuls zu erwarten, dass er selbst wertschätzend ist. Es ist eher der Prozess der Impulsgebung, der als mehr oder weniger wertschätzend beschrieben werden kann. Wie in Abschnitt 3.1.3 gezeigt wurde, ist dieser sehr umfangreich und daher kann die Wertschätzung auf mehreren Ebenen stattfinden. Anhand der drei bzw. vier „G’s“ nach Lutz-Westphal et al. (2022, S. 15) lässt sich die Wertschätzung bei der Impulsgebung verdeutlichen:

- Generelle Haltung: Genaues Hinschauen
- Gesehen werden: Was sehe ich in den Arbeiten der Lernenden?
- Gewürdigt werden: Würdigung der geleisteten Arbeit
- (An)Geleitet werden: Anleitung und Begleitung zum Weiterkommen.

Auf übergeordneter Ebene ist es eine generelle Haltung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Lehrperson offen an die Beiträge der Lernenden herangeht und sie ebenso entgegennimmt. Es beginnt also mit dem *Wahrnehmen* des Lernendenbeitrags. Die Fähigkeit des aktiven Zuhörens ist essentiell für die Gestaltung der Beziehung zwischen Lehrperson und Lernenden (Ebert 2020, S. 63) und hilft bei der Einordnung der Lernendenbeiträge.

Es folgt das *Sehen* der Leistungen der Lernenden. Die Lehrperson betrachtet die Beiträge der Lernenden unter dem Aspekt, besondere Potentiale für den weiteren Lernprozess zu identifizieren.

Die *Würdigung* der Beiträge wird dazu genutzt, Qualitäten hervorzuheben. Dieses Bewusstmachen der Leistungen ist wesentlich für den Impulsgebungsprozess, da es Anknüpfungspunkte sichtbar macht: „Die realistische Einschätzung des Leistungsvermögens ist ein entscheidendes Qualitätsmerkmal einer guten Gesprächsfüh-

rung“ (Leisen 2007, S. 117). Die G’s der Generellen Haltung, des Gesehen werdens und des Gewürdigt werdens sind bei der Impulsgebung nicht immer klar zu trennen, sondern gehen nahtlos ineinander über.

Bei der *Begleitung* geht es darum, beim Weiterkommen zu unterstützen und erreichbare Ziele zu setzen. Entscheidend dabei ist, dass die Rückmeldungen weniger belehrend, sondern anregend sind. Es geht unter anderem darum, die Lernbereitschaft und die Motivation der Lernenden aufrechtzuerhalten. Für die Selbsteinschätzungskompetenzen ist es wichtig, die Stärken der Lernenden mithilfe der Impulsgebung erkenntlich zu machen, denn das Zuschreiben von Kompetenz nimmt eine entscheidende Rolle in Gesprächssituationen ein (Erath 2017, S. 95).

Insgesamt ist eine sensible und selbsterklärende Wortwahl von großer Bedeutung, um eine reibungslose Zusammenarbeit zu gewährleisten (Ebert 2020, S. 63). Auch Leisen (2007, S. 117) betont, wie wichtig es ist, dass sich die Lernenden wertgeschätzt fühlen:

> Ein gelingendes Unterrichtsgespräch ist durch eine optimistisch-vertrauende Erwartungshaltung seitens der Lehrperson wie seitens der Lernenden geprägt: *„Da kommt etwas heraus, die finden das schon heraus, die machen mit, die bringen sich ein, die können das, …“* bzw. *„Sie traut uns was zu, wir kriegen das raus, das lohnt sich, wir müssen uns anstrengen, …“* Damit einher geht eine wertschätzende Zuwendung. Richtiges wie Falsches wird Ernst [sic] genommen, es wird anerkannt und gelobt, es wird aufrichtig nachgefragt, Unverstandenes wird artikuliert und es wird metareflexiv über die Gesprächskultur nachgedacht (Herv. i. Orig.).

Wertschätzung ist nicht zu verwechseln mit Lob. Ein Lob geht zwar mit einer Wertschätzung einher, anders herum ist es aber nicht zwingend der Fall. Wertschätzung kann auch ohne lobende Worte auskommen. Sie muss nicht explizit gemacht werden, sondern kann auch implizit erfolgen, beispielsweise durch die Berücksichtigung der drei bzw. vier G’s.

3.3.2.10 Dialoganregung

Mit Dialoganregung ist gemeint, dass die Lernenden dazu aufgefordert werden, sich am Dialog zu beteiligen, sich auf ihn einzulassen und die Bereitschaft entgegenzubringen, ihn unter Einsatz aller vorhandenen Kenntnisse und Fähigkeiten weiterzuführen. Wenn die Lernenden auf diese Weise in das Unterrichtsgeschehen eingebunden werden, werden interaktive Kognitionsvorgänge veranlasst (Bittner 2006, S. 119).

Die Lehrperson kann mit ihren Impulsen auf verschiedene Weise dialoganregend vorgehen. Anstatt die Gedanken der Lernenden aufzugreifen, weiterzuführen oder zu kommentieren kann sie die Lernenden ihre Gedanken auch selbst aufgreifen, weiterführen oder kommentieren lassen (Bittner 2006, S. 119). Wichtig ist, dass die Impulse Einwände und Verständnisfragen der Lernenden zulassen und sie zu Selbsttätigkeit und reflexiver Gesprächsbeteiligung veranlassen (Bittner 2006, S. 120 f.).

Die Dialoganregung ist damit eng verbunden mit der Wertschätzung und einer zutrauenden Haltung gegenüber den Lernenden. Alle Gesprächsteilnehmenden sollen sich als gleichwertige Dialogpartner anerkennen und respektieren. Auch wenn ein Wissensgefälle zwischen Lehrperson und Lernenden besteht, können alle voneinander lernen. Um „echte" Dialoge anzuregen, sollte die Lehrperson auch „echte" Fragen stellen, die sie wirklich interessieren (s. Abschnitt 2.2.3 und 2.3.3.4). Dies kann motivierend wirken, weil sich die Lernenden dadurch persönlich angesprochen fühlen. Darüber hinaus empfiehlt es sich, die Lernenden mit Impulsen nicht nur in das Gespräch mit einzubeziehen, sondern ihnen dabei einen gewissen Spielraum zum Denken zu lassen (Padberg 2011, S. 131). Schließlich sollten die Schülerinnen und Schüler auch eine aktive Haltung gegenüber den Inhalten einnehmen und lernen, eigene Fragen zu stellen und sich selbstständig auf Denkwege zu begeben (Lutz-Westphal et al. 2022, S. 7).

3.3.2.11 Nachhaltige Anlegung

Im Kontext der Impulsgebung ist Nachhaltigkeit im Sinne eines langfristigen Lernens zu sehen. Ein Unterricht, der ausschließlich auf das Wissen der Lernenden setzt, kann auch bei äußerlichem Erfolg nicht nachhaltig sein, da er lediglich auf Reproduktion und nicht auf Interaktion und Diskurs ausgelegt ist (Bittner 2006, S. 123). Nachhaltigkeit kann sich sowohl auf den **Lernprozess** als auch auf das **Lernergebnis** beziehen und lässt sich nicht immer eindeutig zuordnen, sondern kann beide Bereiche betreffen. Diese sollen im Folgenden jeweils anhand einer Anekdote aus der Schul- bzw. Studienzeit verdeutlicht werden:

> *Ich hatte Schwierigkeiten mit den Mathe-Hausaufgaben und berichtete meiner Mutter davon. Sie sagte, ich solle meinen Vater fragen. Wissend, dass mein Vater mir nicht gleich die Lösung verraten würde und es Arbeit bedeutete, schob ich mich etwas widerwillig ins Wohnzimmer an die Seite meines Vaters und bat ihn um Hilfe. Er nahm sich dem sofort an und sichtete die Aufgabe sowie meinen Lösungsansatz dazu. „Da hast du wohl einen Fehler gemacht", sagte er nur und gab mir mein Heft zurück. Ich konnte mit dieser „Hilfe" wenig anfangen, setzte mich aber an den Tisch und studierte meine Aufgabe. Nach kurzer Zeit verlor ich die Geduld – ich kannte meinen Lösungsansatz ja*

bereits und konnte den Fehler nicht finden. Also ging ich erneut zu meinem Vater und murmelte vor mich hin, dass ich nicht wisse, was ich falsch gemacht habe. Ich erinnere mich nicht mehr genau an seine Antwort, aber er gab mir lediglich einen kleinen Tipp, der mich zunächst zwar weiterbrachte, mich dann aber wieder verzweifeln ließ. Ich habe vage in Erinnerung, dass es um das Distributivgesetz ging. „Was ist das denn für ein Gesetz, was du da angewendet hast?", fragte mein Vater. Ich war genervt: Ich wollte nicht wissen, wie das Gesetz lautete, sondern ich wollte die Lösung für mein Problem kennen, um mich mit anderen Dingen außer meinen Hausaufgaben zu beschäftigen. Dennoch riss ich mich zusammen und gab mir Mühe, die korrekte Antwort zu finden. Als dann mein Vater ankündigte, dass er nun mit meiner Mutter einen Spaziergang machen wollte, ging meine Laune weiter in den Keller. Denn das bedeutete, dass ich nicht mehr zu ihm hingehen und einen Tipp einholen konnte. Bevor mein Vater das Haus verließ, zeigte ich ihm ein letztes Mal den aktuellen Stand meiner Aufgabe. „Du hast schlampig gearbeitet", hieß es. Ich war empört – so etwas wollte ich mir nicht sagen lassen! Ich setzte mich kurzerhand wieder an den Tisch, denn nun war mein Kampfgeist geweckt. Zeile für Zeile ging ich meine Umformungen durch und überprüfte jeden Schritt, bis ich schließlich zur fraglichen Stelle kam, an der ich das Distributivgesetz missachtet hatte. Ich korrigierte meinen Fehler und konnte mir schließlich anhand der Probe selbst beweisen, dass mein Ergebnis richtig war. Nachdem meine Eltern vom Spaziergang zurückgekehrt waren, zeigte ich meinem Vater stolz die richtige Lösung.

Sicherlich lässt sich aus heutiger Sicht einiges an den Antworten meines Vaters kritisieren. Er hat mir aber einiges gelehrt: Es lohnt sich, immer wieder und in kleinen Schritten über eine Aufgabenbearbeitung zu schauen, nicht aufzugeben und ganz gründlich zu sein. In dem Moment war es hart für mich, ich hatte zeitweise keine Lust mehr und war genervt. Aber am Ende hat es sich ausgezahlt. Weder an die Aufgabe noch an die Lösung kann ich mich heute erinnern. Aber der Prozess ist mir sehr genau in Erinnerung geblieben. Ich hatte also nachhaltig gelernt und an meiner Einstellung bzw. Frustrationstoleranz gearbeitet. In diesem Sinne bezog sich die Nachhaltigkeit auf den **Lernprozess**. Hätte mein Vater mich direkt auf den Fehler hingewiesen und mir das weitere Vorgehen erklärt, wäre das Ergebnis mit Sicherheit ein anderes gewesen. Stattdessen hat er mir zugetraut, dass ich den Fehler selbst finde. Für ein nachhaltiges Anlegen von Impulsen empfiehlt es sich daher, den Lernenden Vertrauen in ihre Fähigkeiten entgegenzubringen.

Ein weiteres Beispiel ist aus meiner Studienzeit:

> *Eines Abends saß ich mit meinen Mitstudierenden wieder in einem Lernraum und es ging um den Satz von Bolzano-Weierstraß, dass jede beschränke Folge reeller Zahlen (mindestens) einen Häufungspunkt hat. In der dazugehörigen Aufgabe sollte bewiesen oder widerlegt werden, dass jede beschränkte Folge konvergent ist. Wir waren uns sicher, dass die Aussage falsch ist, suchten aber noch nach einem Gegenbeispiel. Unsere Nachbarn hatten bereits eines gefunden, wollten uns die Lösung aber nicht verraten. Einer von ihnen war der festen Überzeugung, dass wir selbst eine Folge finden würden und gab uns den Hinweis, dass sie nach einer Folge gesucht hatten, die zwei Häufungspunkte besitzt. Zunächst war ich etwas genervt – hätte er uns nicht einfach die Lösung sagen können? Dann säßen wir hier nicht noch länger grübelnd vor uns hin. Nach ein paar Minuten hatten wir dann schließlich eine ausfindig gemacht: $a_n = (-1)^n$ nimmt ausschließlich die Werte -1 und 1 an und ist damit beschränkt, hat aber eben zwei Häufungspunkte und ist somit divergent!*

Die Tatsache, dass ich mich noch so genau an die Situation erinnern kann (also nachhaltig gelernt habe), liegt sicherlich zu einem großen Teil darin begründet, dass mir die Lösung nicht vorgesagt wurde, sondern ich sie selbst oder zusammen mit anderen entwickelt habe. In diesem Fall ist die Nachhaltigkeit im **Lernergebnis** zu finden. An den Prozess, wie wir auf die entsprechende Folge gekommen sind, kann ich mich nicht mehr erinnern.

Eine Gemeinsamkeit, die aus den beiden Beispielen deutlich wird: Beide Male ging es darum, dass schnell etwas fertiggestellt werden sollte, weil etwas Anderes, in dem Moment für einen selbst Schöneres wie z. B. der Feierabend, lockte. Dies lässt sich als Anzeichen dafür sehen, dass die Inhalte nicht spannend genug waren, sie meine Neugierde nicht ausreichend geweckt und mich nicht stark genug in den Bann gezogen hatten. Daran wird deutlich: Motivierende Impulse und die Beachtung der Eigendimension sind enorm wichtig für die Aufrechterhaltung der Lern- und Leistungsbereitschaft. Nur mit der entsprechenden Bereitschaft von Seiten der Lernenden können Impulse die angestrebte Nachhaltigkeit für den Lernprozess mit sich bringen.

3.3.2.12 Zielorientierung

Mit der Qualität eines Impulses verhält es sich ähnlich wie mit der Qualität eines Unterrichtsgesprächs: Welche Form der Impuls hat – z. B. W-Frage, Entscheidungsfrage oder Aufforderung – ist nicht so entscheidend. Und wie viele Impulse am Ende gesetzt werden, ist eher irrelevant, auch wenn Kettenimpulse vermieden werden sollten. Es kommt darauf an, ob mit den Impulsen das jeweilige Lernziel verfolgt bzw. erreicht werden kann (Bittner 2006, S. 108). Dabei spielt die Form des Impulses insofern eine Rolle, als dass sie die Zielerreichung unterstützen bzw. hemmen kann. Wenn das Ziel

ist, verschiedene Ideen zu sammeln, sind offene Impulse besser geeignet als geschlossene. Der Impuls sollte also stets am Lernziel ausgerichtet sein (Lotz und Lipowsky 2015, S. 111). Das Lernziel kann dabei mit dem Unterrichtsziel übereinstimmen, meistens handelt es sich jedoch um ein individuell auf die Lernenden abgestimmtes Teilziel. So wie sich Aufgaben nach Möglichkeit in der Zone der nächsten Entwicklung nach Vygotsky befinden sollten (Bruder 2002, S. 3), so werden auch Impulse benötigt, die in die Zone der nächsten Entwicklung führen. Mit der Zone der nächsten Entwicklung ist die nächste Stufe der Lern- oder Bearbeitungsschritte gemeint, wie sie z. B. in Abschnitt 4.1.3 beispielhaft für das graphische Integrieren ausgearbeitet wurden.

3.3.2.13 Präzision

Ein präzises Impulsverhalten kann sich im Impulsgebungsprozess an mehreren Stellen wiederfinden (s. Abschnitt 3.1.3). Angefangen bei der genauen Einschätzung des Lernstandes mithilfe der diagnostischen Fähigkeiten, über die zeitliche Passung der Impulssetzung, hin zur präzisen Abstimmung auf das konkrete Lernziel und klaren Formulierung des Impulses selbst. Die hohe Bedeutung einer genauen Impulsgebung sollte nicht unterschätzt werden. In Bezug auf Fragestellungen bringen es Fischer et al. (2015, S. 157) wie folgt zum Ausdruck:

> Durch die zunehmende inhaltliche Klarheit, Präzision und fachdidaktische Genauigkeit in der Fragestellung werden die Antworten der Kinder direkt beeinflusst. Einer Konkretisierung in der Fragestellung folgt häufig auch eine Konkretisierung in der Antwort des Kindes. Daher ist ein präzises und fachlich-konkretes Frageverhalten der Lehrperson eine weitere Gelingensbedingung für Lerngespräche.

Wenn es um die konkrete Formulierung des Impulses geht, ist zwischen Genauigkeit und Verständlichkeit zum Teil abzuwägen. Auch wenn häufig der Verständlichkeit Vorrang gewährt wird (Padberg 2011, S. 139 f.), ist die Genauigkeit nicht außer Acht zu lassen. Sie geht im Fach häufig mit der Verwendung der Fachsprache einher und stellt hohe Ansprüche an die Kompetenzen der Lernenden. Die zutrauende Haltung, wie sie bereits in einem vorherigen Abschnitt angesprochen wurde, kann sich auch in der Verwendung der Fachsprache widerspiegeln.

Wie so oft scheint hier ein Mittelweg am besten geeignet zu sein: Zunächst sollte der Fokus auf der Verständlichkeit liegen (Sprache des Verstehens), bevor zunehmend die Fachsprache mit einbezogen wird und sich der Schwerpunkt hin zur Genauigkeit verschiebt (Sprache des Verstandenen).

3.3.2.14 Verständlichkeit

So wie sich das präzise Impulsverhalten auf verschiedenen Ebenen widerspiegeln kann, so gibt es auch mehrere Ebenen, die die Verständlichkeit eines Impulses beeinflussen. Die von Maisano (2019, S. 22) aufgestellte Verstehensdimension einer Erklärung fokussiert den Adressaten und verlangt von der erklärenden Person, dass sie reflektiert, inwiefern das Ziel der Erklärung für den Adressaten ersichtlich war. Dies lässt sich auch auf Impulse übertragen: Ein Impuls kann dann als gelungen angesehen werden, wenn er von den Lernenden verstanden wurde. Der Fokus liegt damit auf den Lernenden – sie entscheiden über die Qualität bzw. über das Gelingen des Impulses. Für die Verständlichkeit eines Impulses sind grundsätzlich drei Faktoren entscheidend: Der Inhalt, die Form und die Ausdrucksweise.

Mit Inhalt ist gemeint, dass die Lernenden die fachlichen Voraussetzungen mitbringen müssen, um den Impuls umsetzen zu können. Wenn beispielsweise mit dem Impuls verlangt wird, den größten gemeinsamen Teiler zweier Zahlen zu bestimmen und im Unterricht zuvor noch nicht über Primfaktoren gesprochen wurde, kann der Impuls kaum verstanden werden.

Die Form des Impulses bezieht sich auf die äußeren Gegebenheiten: Besteht der Impuls aus einer Frage, einer expliziten Aufforderung, einer provokanten Feststellung? Fragen und konkrete Anweisungen sind in der Regel besser zu verstehen als Feststellungen, weil die Lernenden leichter erkennen können, worauf die Lehrperson sich bezieht. Die Form der Feststellung bringt mit sich, dass die Lernenden sie im Prinzip auch ohne weitere Handlungen im Raum stehen lassen könnten. Welche Form für die Lernenden geeignet ist, hängt nicht nur von der Vertrautheit mit dem Impulsgebungsstil der Lehrperson ab (s. Abschnitt 3.2.1.9 und Abschnitt 3.2.2.5), sondern auch von dem Alter der Lernenden. So haben jüngere Schülerinnen und Schüler beispielsweise größere Schwierigkeiten damit, ironische Bemerkungen oder implizitere Ausdrucksweisen zu entschlüsseln als ältere Lernende. Die Länge des Impulses hat ebenfalls einen großen Einfluss auf die Verständlichkeit. Wenn die Lehrperson fünf Minuten auf die Lernenden einwirkt, bevor sie einen abschließenden Impuls setzt, ist die Gefahr groß, dass sie einige Lernende durch die mangelnde Struktur dabei verliert. Genauso sind Kettenimpulse insbesondere bei jüngeren Lernenden zu vermeiden, da sie schneller die Übersicht über die gestellten Impulse verlieren können. Impulse sollten also kurz und schnell zu erfassen sein. In Verbindung mit einer offenen Gestaltung eignen sie sich dann insbesondere für ein forschendes Lernen (Lutz-Westphal 2014, S. 16).

Wie bereits im Abschnitt zum präzisen Impulsverhalten angedeutet, geht die Verständlichkeit zum Teil auf Kosten des Fachsprachengebrauchs, um die Lernenden

kognitiv nicht zu überlasten. Nichtsdestotrotz sind das Verständnis und der korrekte Gebrauch von Fachsprache wichtige Ziele des Mathematikunterrichts, sodass sie nicht völlig außer Acht gelassen werden sollten. Auch hier läuft es auf einen Kompromiss hinaus, der auf Wagenschein zurückgeht:

> In Situationen kognitiver Belastung sind fachsprachliche Formulierungen von Lernenden kaum zu erwarten. Vielmehr sollte (und muss vielleicht auch) an der Front des individuellen kognitiven Horizontes zur Entlastung auf bekannte Sprachmittel zurückgegriffen werden, ganz gleich welchem Register diese angehören (Meyer und Tiedemann 2017, S. 27 f.).

Für die Impulsgebung bedeutet dies, dass je nach Lernstand des Schülers oder der Schülerin abzuwägen ist, ob die Fachsprache Verwendung findet. Zu Beginn des Begriffsbildungsprozesses bietet es sich an, vermehrt auf Alltagssprache zurückzugreifen, um den Fokus auf das fachliche Lernen zu lenken. Mit zunehmender fachlicher Kompetenz sollten dann aber auch die fachsprachlichen Kompetenzen gezielt gefördert werden. Dazu muss ggf. auch in Kauf genommen werden, dass Impulse aufgrund der verwendeten Fachbegriffe nicht sofort verstanden und umgesetzt werden können und ein erklärender Folgeimpuls nötig ist.

3.3.2.15 Abwechslungsreichtum

Der Abwechslungsreichtum bezieht sich nicht auf einen einzelnen Impuls, sondern auf den Stil der Impulsgebung einer Lehrperson (s. Abschnitt 3.2.1.9). Auf der einen Seite ist es sicherlich entlastend, wenn die Lehrperson sich auf ihre Routinen stützen kann. Auf der anderen Seite widerspricht es der Passung an die Lernenden und wird ihrer Individualität nicht gerecht, wenn immer wieder mit den gleichen Ansätzen und nach den gleichen Mustern gearbeitet wird. Daher ist es wichtig, eine Balance zwischen Struktur und Abwechslung zu finden.

Die Lernenden gewinnen natürlich auch an Sicherheit, wenn sie sich auf immer wiederkehrende Fragen verlassen können. Wenn sie den „Impulsgebungsstil“ der Lehrperson ausfindig machen können, können sie besser einschätzen, worauf die Lehrperson abzielt. Daher ist es durchaus von Vorteil, wenn die Lehrperson ihrem eigenen Stil treu bleibt und sich nicht verstellt, nur um mehr Abwechslung reinzubringen. Dies würde die Lernenden nur mehr verwirren:

> The aim should be to offer a range of questions, interesting enough to maintain attention, repeated often enough, and with enough similarity, for the student to become familiar with their style (Watson und Mason 1998, S. 4).

Konsistenz ist in diesem Hinblick ein wichtiges Stichwort. Es bezieht sich vor allem auf die Formulierungen, auf die Art und Weise des Fragen Stellens und Impulse Gebens. Wenn es für die Schülerinnen und Schüler verständlich ist, darf es gerne auch mal etwas Abwechslung sein.

3.3.2.16 Transparenz

Mit der Transparenz eines Impulses ist gemeint, dass die Lehrperson ihre Erwartungen an die Umsetzung des Impulses oder an die Ergebnisse im Lernprozess offenlegt. Beispielsweise könnte die Lehrperson kenntlich machen, dass oder warum ihr etwas wichtig ist:

- „Wenn du die Figuren nach ihren Symmetrieeigenschaften ordnest, wird dir das helfen, weitere Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszufinden."
- „Probiere mal aus, von der anderen Seite anzufangen. Ich möchte, dass du selbst herausfindest, welcher Weg dir leichter fällt."
- „Mir ist wichtig, dass du die einzelnen Schritte notierst, damit wir beide sie auch noch zu einem späteren Zeitpunkt nachvollziehen können."
- „Erkläre mir das Verfahren mit eigenen Worten, damit ich weiß, was du davon schon gut verstanden hast."

Sie kann dadurch den Umsetzungswillen und auch die Leistungsbereitschaft der Lernenden erhöhen. Voraussetzung dafür ist, dass die Erwartungen der Lehrperson nachvollziehbar und erfüllbar sind.

3.3.2.17 Einräumen von Zeit zum Reagieren

Es mag auf der Hand liegen, und trotzdem ist es nicht selbstverständlich: Den Lernenden muss ausreichend Zeit gegeben werden, um auf einen Impuls reagieren zu können. Verschiedenste Quellen erwähnen das Einräumen von Zeit in Verbindung mit der Qualität von Unterrichtsgesprächen (z. B. Lotz und Lipowsky 2015, S. 11, Mason et al. 2012, S. 166, De Boer 2015, S. 24). Es betrifft zwar nicht den eigentlichen Impuls an sich, sehr wohl aber den Impulsgebungsprozess (s. Abschnitt 3.1.3). Wie viel Zeit den Lernenden gegeben wird, hat auch Einfluss darauf, ob und wie schnell ein Folgeimpuls angesetzt wird. Die eingeräumte Reaktionszeit ist also entscheidend für den Gesamtablauf der Impulsgebung.

Es versteht sich von selbst, dass die Dauer der Reaktionszeit auch durch die zur Verfügung stehende Zeit bedingt ist. Natürlich ist die Zeit begrenzt und kostbar. Dennoch sollte nicht versucht werden, die investierte Zeit in das Abwägen und Formulieren von Impulsen mit einer Verkürzung der Reaktionszeit auf Seiten der Lernenden zu kompensieren – diese Rechnung kann nicht aufgehen und ist zudem äußerst ungerecht den Lernenden gegenüber. Das Einsparen von Zeit ist nicht bei

den Schülerinnen und Schülern anzusetzen, schließlich geht es gerade um ihre kognitive Aktivierung und dafür sollte entsprechend Zeit zur Verfügung stehen. Das Einsparpotential von Zeit ist in den Handlungen der Lehrperson zu suchen, allem voran bei der Diagnose und dem Abwägen der Handlungsoptionen. Auch wenn dies leichter gesagt ist als getan, aber *mit der Zeit* werden diese Vorgänge schneller und treffsicherer von der Hand gehen, sofern das eigene Handeln stets reflektiert wird.

3.3.2.18 Anregen von Reflexion

Die Reflexion stellt ein wesentliches Qualitätsmerkmal von Lernprozessen dar (Kuntze 2012, S. 4). Das Anregen von Reflexionen entscheidet darüber, ob die Lernenden „auf der Ebene der noch nicht begründeten Selbsteinschätzung bleiben, oder darüber hinausgehend ihren Standpunkt begründen“ (Fischer et al. 2015, S. 157). Die Reflexionsfähigkeit ist damit ein wichtiger Bestandteil bzw. eine wichtige Voraussetzung für Mündigkeit. Die Reflexion kann sich auch auf das eigene Lernverhalten beziehen und auf der Ebene der Metakognition stattfinden. Werden die Reflexionsfähigkeiten in dieser Richtung gefördert, lernen die Schülerinnen und Schüler Selbstregulation, sodass sie sich selbstständig Ziele setzen, angemessene Mittel zur Lösung wählen und abschließend ihr Vorgehen bewerten können (Maaß 2007, S. 29). Auch Winter (2016, S. 6) betont die Bedeutung von Reflexionen, indem er das Einfädeln von reflektierenden Gesprächen als genauso wichtig wie das Anbieten von Erkundungsräumen ansieht. Das Reflektieren ebnet den Weg für Transferschritte und stellt damit eine bedeutsame Tätigkeit dar, die regelmäßig bei Lernenden durch einen Impuls ausgelöst werden sollte. Daneben gibt es noch zahlreiche weitere Tätigkeiten, die im Mathematikunterricht anzutreffen sind. Sie werden im Folgenden Abschnitt näher betrachtet.

3.3.3 Auszulösende Tätigkeiten der Lernenden

Mit Impulsen lassen sich verschiedene Tätigkeiten bei den Lernenden auslösen. Beispielsweise kann ein Impuls dazu anregen, einen Sachverhalt genauer zu untersuchen. Dabei wird unter einer Tätigkeit Folgendes verstanden:

Tätigkeit

Eine *Tätigkeit* beschreibt eine kognitive Handlung der Lernenden, mit der sie Inhalte erarbeiten, anwenden oder darstellen.

Es ist sinnvoll, sich als Lehrperson über die ausgelöste Tätigkeit bewusst zu sein, um die Auswirkungen des Impulses besser abschätzen zu können.

Um Tätigkeiten für den Mathematikunterricht zu identifizieren, wurden in einem ersten Schritt Ansätze von Impulsen herausgearbeitet, die Lehrpersonen verfolgen können, um mit einem Impuls ihr gesetztes Ziel zu erreichen (s. Abschnitt 3.3.4). Im Sinne der Übersichtlichkeit werden die Ansätze erst im nächsten Abschnitt dargestellt, da sie eine Verfeinerung der Tätigkeiten darstellen. Die Ansätze wurden auf Basis vielfältiger Literatur sowie durch Rückmeldungen von Lehrpersonen und in der Lehrkräftebildung tätigen Personen gesammelt. Anschließend wurde eingeschätzt, welche Tätigkeit mit einem Ansatz bei den Lernenden jeweils ausgelöst wird und die Ansätze entsprechend gruppiert. Daraus konnten insgesamt die folgenden 14 Tätigkeiten differenziert werden:

- Mitteilen
- Erkennen
- Reduzieren
- Untersuchen
- Vergleichen
- Übersetzen
- Vernetzen
- Folgern
- Sichern
- Verallgemeinern
- Vertiefen
- Begründen
- Reflektieren
- Bewerten

Es handelt sich teilweise um mathematikspezifische oder zumindest um mathematiktypische Tätigkeiten (wie z. B. Vergleichen), vielfach lassen sich die Tätigkeiten aber auch auf andere Fächer übertragen (wie z. B. Reflektieren).

Ähnlich wie sich der Grad der kognitiven Aktivierung eines Impulses über die Taxonomiestufen nach Bloom et al. (1956) einschätzen lässt (s. Abschnitt 3.3.2), spiegelt die Reihenfolge der Tätigkeiten den aufsteigenden Anspruch an die Kognition der Lernenden wider. Genauer kann die Zuordnung der Tätigkeiten zu den Taxonomien wie in Tab. 3.4 dargestellt vorgenommen werden.

Taxonomie	**Tätigkeit**
Wissen	Mitteilen

Taxonomie	Tätigkeit
Verständnis	Erkennen Reduzieren
Anwendung	Untersuchen Vergleichen
Analyse	Übersetzen Vernetzen Folgern
Synthese	Sichern Verallgemeinern Vertiefen Begründen
Bewertung	Reflektieren Bewerten

Tab. 3.4: Zuordnung der identifizierten Tätigkeiten zu den Taxonomien

Die Zuordnungen von den Tätigkeiten zu den Taxonomiestufen sind nicht immer eindeutig, da sich der kognitive Anspruch eines Impulses nicht pauschal über die Tätigkeit abschätzen lässt. Die Zuordnung bietet jedoch eine gute Orientierungshilfe für die Abschätzung des Kognitionsanspruchs: Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass eine höher eingestufte Tätigkeit die Lernenden mehr herausfordert. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Tätigkeiten aus den höchsten Taxonomiestufen ausschließlich für leistungsstärkere Lernenden vorgesehen sind. An dieser Stelle soll die Empfehlung betont werden, auch bei leistungsschwächeren Lernenden kognitiv anspruchsvolle Tätigkeiten auszulösen, um alle Lernende zu fordern.

3.3.4 Mögliche Ansätze der Lehrperson

Eng verbunden mit den bereits beschriebenen Tätigkeiten, die eine Lehrperson mit einem Impuls auslösen kann, sind die dahinterliegenden Ansätze der Lehrperson (z. B. den Gedankengang erfragen oder Muster erkennen lassen). Während sich die Tätigkeiten auf die Lernenden beziehen, nehmen die Ansätze die Lehrperson in den Blick. Bei der Impulsgebung kann eine Lehrperson verschiedene Ansätze verfolgen, um die Lernenden in ihrer fachlichen Auseinandersetzung weiterzubringen. Dabei wird ein Ansatz wie folgt definiert:

Ansatz

Ein *Ansatz* eines Impulses beschreibt das Vorgehen einer Lehrperson, um bestimmte Tätigkeiten bei den Lernenden auszulösen.

Die Beschreibung einer Tätigkeit ist in Abschnitt 3.3.3 bereits erfolgt. Für die Weiterarbeit an der Impulsgebung ist es sinnvoll, dass Lehrpersonen verschiedene Ansätze kennen, um bewusst aus ihnen zu wählen und individuelle Impulse setzen zu können.

Die im Folgenden beschriebenen Ansätze von Impulsen wurden auf der Grundlage einer intensiven Literaturrecherche herausgearbeitet. Diese umfasste Literatur u. a. aus den folgenden Bereichen:

- Stoffdidaktische Analyse (z. B. Häsel-Weide und Schöttler 2021, Beutelspacher et al. 2011, Tietze et al. 2000)
- Systematisches Variieren von Aufgaben (z. B. Holzäpfel et al. 2015)
- Dialogisches Lernen (z. B. Ruf und Gallin 2018, Ruf und Gallin 2019, Gallin 2008, Gallin 2021)
- Vernetzung (z. B. Kuntze 2012)
- Problemlösen (z. B. Pólya 1966, Winter 2016)
- Mathematisches Denken (z. B. Watson und Mason 1998, Mason 2020)
- Gesprächsführung (z. B. Bittner 2006)
- Forschendes Lernen (z. B. Lutz-Westphal 2014).

Darüber hinaus wurde die Sammlung durch den Austausch mit Lehrpersonen und in der Lehrkräftebildung tätigen Personen ergänzt.

Insgesamt konnten 55 Ansätze differenziert werden, die sich zu den 14 Tätigkeiten zuordnen lassen (s. Abschnitt 3.3.3). In Tab. 3.5 wird die Zuordnung der Tätigkeiten zu den Taxonomien (s. Tab. 3.4) um die Zuordnung von Ansätzen zu den Tätigkeiten ergänzt.

Taxonomie	Tätigkeit	Ansatz
Wissen	Mitteilen	Das vorhandene Wissen erfragen Wünsche an die Aufgabe formulieren lassen Den Gedankengang erfragen Nach bestimmten Eigenschaften fragen Nach Voraussetzungen fragen Einen Satz / eine Aussage vervollständigen lassen
Verständnis	Erkennen	Eine Erklärung einbringen Den Grad der Elaborierung senken / die Aufgabenstellung zugänglicher machen / auf einen Verständnisanker verweisen / einen Verständnisanker schaffen Das Verstehen der Aufgabe sicherstellen / die Aufgabenstellung verdeutlichen Den Sinn einer Aufgabe / einer zu untersuchenden Frage bewusst machen

Taxonomie	Tätigkeit	Ansatz
		Akzentuieren
		Den Fortschritt in der Bearbeitung bewusst machen
		Den Fortschritt in der Bearbeitung bewusst machen lassen
		Schlussfolgerungen aus einer Antwort ziehen / eine Feststellung machen
		Von persönlichen Erfahrungen / eigenen Lernerfahrungen berichten
		„Beweissprechakte“ nach dem Vorbild eines sokratischen Dialogs
	Reduzieren	Die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen
		Die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen lassen
		Akzentuieren lassen
		Den Grad der Elaborierung senken lassen
Anwendung	Untersuchen	Einen Spezialfall betrachten lassen
		Die Fragestellung umkehren / die Blickrichtung ändern
		Muster erkennen lassen / etwas sortieren lassen
		Vermutungen anstellen lassen / Hypothesen aufstellen lassen
		Anregen, Fragen zu stellen
	Vergleichen	Vergleiche anregen
		Gemeinsamkeiten und Unterschiede notieren lassen / Zusammenhänge erkunden lassen
		Systematisches Variieren anregen / Veränderungen wahrnehmen lassen
		Nach Parallelfällen fragen
Analyse	Übersetzen	Darstellungsebene wechseln lassen / andere Zugangsweisen wählen lassen
		Unterschiedliche Sprech- bzw. Schreibweisen in den Blick nehmen
		Übersetzungsprozesse anregen
		In einen Kontext einbetten / die Plausibilität der Antwort in einem Kontext überprüfen lassen
		Einen Kontext finden lassen
	Vernetzen	Vertraute Darstellungen wachrufen / auf Bekanntes zurückführen
		Ähnliche Fälle suchen und gegen das Neue abgrenzen / zur Analogiebildung auffordern
	Folgern	Eine Annahme treffen und gedanklich verfolgen lassen / ein Gedankenexperiment anregen
		Die Aufgabe als gelöst betrachten lassen
Synthese	Sichern	Grundlegendes absichern
		(Zwischen-)Ergebnisse festhalten
		(Zwischen-)Ergebnisse festhalten lassen
		Einen Regelheft-Eintrag zu dem verfassen lassen, was bereits erkannt wurde / eine Zusammenfassung erstellen lassen
		Lösungen an die Hand geben und eigenständig überprüfen lassen
		Nach einem Beispiel fragen
	Verallgemeinern	Eine Verallgemeinerung anregen / Verallgemeinerbarkeiten untersuchen lassen
	Vertiefen	Nach alternativen Lösungen fragen
		Die Effizienz der Aufgabenbearbeitung erhöhen lassen
		Den Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau heben
		Den Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau heben lassen
	Begründen	Begründungen einfordern
		Eine Erklärung einfordern
Bewertung	Reflektieren	Zur Reflexion anregen
		Den singulären Standort darstellen lassen

Taxonomie	Tätigkeit	Ansatz
	Bewerten	Ergebnisse / Regeln / Aussagen hinterfragen
		Eine alternative Lösung / Deutung / Behauptung zur Diskussion stellen

Tab. 3.5: Zuordnung von Impulsansätzen zu Tätigkeiten und Taxonomien

Ähnlich wie die Zuordnungen von den Tätigkeiten zu den Taxonomiestufen sind auch die Zuordnungen von den Ansätzen zu den Tätigkeiten nicht immer eindeutig. Insbesondere kann eine Tätigkeit je nach Auslegung des Ansatzes oder Vorerfahrungen der Lernenden auch anderen Taxonomiestufen zugeordnet werden. Hier gilt gleiches wie für die Reihenfolge der Tätigkeiten: Die Zuordnung bietet eine grobe Orientierung, auch wenn jeweils der Einzelfall zu betrachten ist.

Alle Ansätze eignen sich grundsätzlich sowohl für diagnostische Impulse als auch für die fachliche Weiterarbeit. Es handelt sich überwiegend um mathematikspezifische Ansätze (wie z. B. die Darstellungsebene wechseln lassen), teilweise lassen sich die Ansätze aber auch in anderen Fächern wiederfinden (z. B. den Gedankengang erfragen). Die Ansätze werden im Folgenden nach ihrer zugeordneten Taxonomiestufe vorgestellt. Für Beispiele zu den Ansätzen sei auf den Impulskatalog in Abschnitt 3.3.6 verwiesen.

3.3.4.1 Ansätze aus der Taxonomie Wissen

Die Ansätze aus der Taxonomie Wissen lassen sich ausschließlich der Tätigkeit des Mitteilens zuordnen. Viele der Ansätze könnten auch zur Wissensabfrage auf dem niedrigsten Anforderungsbereich in einer Prüfung eingesetzt werden, wie das Erfragen des vorhandenen Wissens oder die Frage nach bestimmten Eigenschaften. Die Lernenden können auf viele der Beispielimpulse in sehr kurzer Form antworten. Wenn sie die Antwort nicht sofort parat haben, können sie sie meist auch nicht durch Unterstützung erarbeiten. Hierzu zählt insbesondere das Vervollständigen lassen eines Satzes.

Der Ansatz, Wünsche an die Aufgabe formulieren zu lassen, ist ein Ansatz aus dem Problemlösen:

> Ich will sagen, Wunschdenken kann schlecht sein, wenn es zu ausgiebig oder am falschen Platz betrieben wird, aber an sich ist es gut und kann uns im Leben und beim Aufgabenlösen eine große Hilfe sein (Pólya 1966, S. 26).

Durch das Wunschdenken werden sich die Lernenden ihrer eigenen Fähigkeiten bewusst, da sie abschätzen müssen, unter welchen Bedingungen sie die Aufgabe lösen können. Damit zerlegen sie sich die Aufgabe ggf. auch in Teilstücke, die sie gut bewältigen können. Selbst wenn die Aufgabe dann nicht mehr der ursprünglichen Aufgabenstellung entspricht, können sie zunächst Teilerfolge verzeichnen und davon

ausgehend die eigentlichen Bedingungen der Aufgabe Stück für Stück berücksichtigen. Anders herum ist es auch möglich, die Lernenden zu fragen, was sie an der Aufgabe stört oder was geändert werden müsste, damit sie die Aufgabe lösen können.

Teilweise können die Ansätze des Mitteilens aber auch für diagnostische Zwecke eingesetzt werden (s. Abschnitt 3.1.2). Dies ist z. B. der Fall, wenn die Lernenden gebeten werden, ihren Gedankengang offenzulegen. Hierauf können sie in der Regel nicht in wenigen Worten antworten, stattdessen jedoch auf jedem Niveau. Der Ansatz stellt eine gute Möglichkeit dar, um bei Lernenden ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass es in der Mathematik wichtig ist, die Vorgehensweisen darzulegen und zu begründen (Mason 2020, S. 707). Wenn die Lernenden wirklich tief ins Argumentieren einsteigen, bewegt sich der Ansatz dann jedoch auch schnell auf einer höheren Taxonomiestufe. Je nach Antwort der Lernenden sind außerdem Folgeimpulse nötig, zum Beispiel wenn wichtige Informationen oder Schritte ausgelassen werden.

3.3.4.2 Ansätze aus der Taxonomie Verständnis

Die Ansätze aus der Taxonomie Verständnis teilen sich auf in die Tätigkeiten Erkennen und Reduzieren.

Einen Inhalt oder eine Aufgabe zu erklären ist vermutlich der naheliegendste Ansatz im Mathematikunterricht. Im Hinblick auf seine Intensität und den auszulösenden Produktionsschwung (s. Abschnitt 3.3.7) ist er sicherlich nicht am besten geeignet, hat aber natürlich auch seine Berechtigung. Er eignet sich vor allem zur kurzfristigen Klärung von Verständnisschwierigkeiten. Wenn die Erklärung eine neue Akzentuierung des Inhalts anregt oder eine andere Darstellungsform nutzt, kann sie besonders gewinnbringend sein.

Haben die Lernenden Schwierigkeiten mit der Aufgabenstellung, kann es hilfreich sein, den Grad der Elaborierung zu senken oder die Aufgabenstellung zu verdeutlichen. Beispielsweise kann die Lehrperson die Aufgabenstellung konkretisieren und Kernaufgaben identifizieren oder die Ergebnisdarstellung vereinfachen. Sollte dies nicht ausreichen, kann sie auch eine alternative Aufgabenstellung zur Verfügung stellen, die z. B. weniger Schritte erfordert. Die Schwierigkeit dabei ist jedoch, die Aufgabe so auszuwählen, dass sie den Lernenden einen Zugang verschafft und gleichzeitig nicht direkt die Lösungsstrategie vorwegnimmt (Sullivan et al. 2006, S. 124).

Daneben kann es sinnvoll sein, einen Verständnisanker zu schaffen oder auf einen solchen zu verweisen:

> Ein Verständnisanker ist eine prototypische Situation, an der Grundvorstellungen und ein damit verbundener Erklärungskontext zu einem mathematischen Sachverhalt ausgebildet werden. Prototypisch meint: Alle

> wesentlichen Strukturelemente zum mathematischen Verständnis kommen in dieser Situation vor und können daran gedeutet werden (Roth und Hofe 2023, S. 8).

Mit einem Verständnisanker ist es den Lernenden besser möglich, mit neuen Aufgabenstellungen zurechtzukommen, da sie sich durch Analogiebildung auf leichter zu durchschauende Situationen zurückbesinnen können. Dies kann insbesondere leistungsschwächeren Lernenden helfen, da sie mit dem Verständnisanker Sicherheit gewinnen.

Auch das Verdeutlichen der Aufgabenstellung bzw. das Sicherstellen des Verstehens der Aufgabe kann dazu führen, dass die Lernenden einen neuen Ansatz finden. Hier hilft es oftmals, die Aufgabenstellung mit anderen Worten zu beschreiben oder eine andere Perspektive darauf einzunehmen.

Ein wertvoller Ansatz, der zunächst vielleicht nicht sehr weitreichend wirkt, aber sehr effektiv sein kann, ist das Bewusstmachen des Sinns einer zu untersuchenden Frage oder des Nutzens einer guten Theorie. Eine Transparenz kann beispielsweise erreicht werden, wenn Alltagsbezüge hergestellt werden oder ersichtlich wird, welche exemplarische Bedeutung die Aufgabe mit sich bringt. Neben einer inhaltlichen Fokussierung führt es in der Regel dazu, dass sich die Lernenden motivierter mit der Fragestellung befassen. Die Lernenden können dann besser erkennen, welchen Nutzen sie aus der Aufgabe ziehen können und was sie durch die Bearbeitung lernen. Hierzu ist es ratsam, das Prinzip des Rückführens auf Bekanntes anzuwenden, um die mathematische Einsicht zu unterstützen (Büchter und Henn 2010, S. 246).

Eng verbunden mit der Verständnissicherung der Aufgabe und der Transparenz von Lernzielen ist der Ansatz des Akzentuierens. Hierbei werden bestimmte Aspekte der Aufgabe betont, um eine neue Fokussierung vorzunehmen. Dieser Ansatz eignet sich beispielsweise, wenn Lernende einen zum Erreichen des Ziels ungünstigen Weg eingeschlagen haben oder Aspekte aus der Aufgabenstellung nicht berücksichtigen.

Das Bewusstmachen des Fortschritts in der Bearbeitung gibt den Lernenden einen Überblick darüber, wo sie im Lern- oder Bearbeitungsprozess stehen. Es führt ihnen vor Augen, welche Schritte sie bereits gemeistert haben und gibt Aufschluss darüber, in welche Richtungen sie sich noch vertiefen müssen. Der Fokus sollte hierbei vor allem auf den bereits gemeisterten Schritten liegen, damit im weiteren Lernprozess daran angeknüpft werden kann. Kognitiv aktivierender und für den Lernprozess noch förderlicher ist es, wenn die Lernenden die Bewusstmachung selbst übernehmen. Dieser Ansatz lässt sich auch gut für diagnostische Impulse verwenden.

Werden Schlussfolgerungen aus dem Beitrag der Lernenden gezogen, ist das Qualitätskriterium des Anknüpfens (s. Abschnitt 3.3.7) stets erfüllt. Eine Schlussfolgerung

kann durchaus auch provokativ sein und den Lernenden dadurch dazu verhelfen, Unstimmigkeiten in ihren Gedankengängen zu identifizieren. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass das Kriterium der Verständlichkeit (s. Abschnitt 3.3.7) nicht eingeschränkt wird.

Der Ansatz, von persönlichen Erfahrungen zu berichten, entspringt dem Dialogischen Lernen:

> Anstatt sich zu überlegen, wie man die Lernenden unter Umgehung aller Fallen und Hindernisse Schritt für Schritt durch das Fachgebiet lotst, das sich vor dem inneren Auge des Routiniers als altvertraute und wohlgeordnete Landschaft ausbreitet, gibt man sich Rechenschaft darüber, was einen hier und jetzt an dieser Landschaft fasziniert und persönlich herausfordert (Ruf und Gallin 2018, S. 59).

Wenn die Lehrperson davon erzählt, dass sie an ähnlichen Problemen hing und was ihr in der Situation geholfen hat, wird das Bild der Mathematik etwas aufgebrochen, immer sofort den richtigen Weg kennen zu müssen. Damit dies gelingen kann, ist eine gute Beziehung zwischen der Lehrperson und den Lernenden notwendig (s. Abschnitt 3.2). Die Erzählungen und Hinweise können sowohl inhaltlicher Art (*Es hat mir geholfen, alles einmal auszumultiplizieren*) als auch strategischer Art sein (*Es hat mir geholfen, eine Skizze anzufertigen*).

Das sokratische Lehren baut auf der These auf, dass sich durch geschicktes Fragen in den Lernenden Erkenntnisse erwecken lassen, ohne sie zu unterweisen. Nach Winter (2016, S. 17 f.) sollte die Lehrperson dabei als unparteiische Gesprächsleitung agieren:

> Die Rolle des unparteiischen Gesprächsleiters ist es,
>
> - darauf zu bestehen, dass zum Thema gesprochen wird,
> - auf volles Einverständnis hinzuwirken,
> - zu helfen, dass alle Auffassungen zur Geltung kommen,
> - dafür zu sorgen, dass sie gründlich und sachlich geprüft werden,
> - energische Partner in die Schranken zu weisen und
> - ängstliche und langsam denkende Partner zu schützen und zu ermutigen.

Der Menon Dialog, in dem Sokrates einem Sklaven die Verdopplung des Quadrates lehrt, gilt als Beispiel für sokratisches Lehren. Gleichzeitig wird der Dialog dafür kritisiert, dass der Sklave hauptsächlich mit Suggestivfragen konfrontiert wird (Winter 2016, S. 12 ff.). Grundsätzlich sind Suggestivfragen auch bei der Impulsgebung erlaubt

und werden hier als Beweissprechakte aufgeführt, worunter Winter (2016, S. 16 f.) Folgendes versteht:

> Im Gespräch versichert man sich, was man unter welchem Wort verstehen, was man als unbestreitbar ansehen und was man weshalb als begründet einsehen will.

Impulse, die diesen Ansatz verfolgen, lösen jedoch in der Regel weder Produktionsschwünge aus noch sind sie nachhaltig angelegt (s. Abschnitt 3.3.7). Sie werden hier daher hauptsächlich der Vollständigkeit halber mit aufgenommen.

Das Zerlegen lassen der Aufgabe in Teilaufgaben gehört zur Tätigkeit des Reduzierens. Es ist anspruchsvoller als das Zerlegen, das durch die Lehrperson vorgenommen wird. Beide Ansätze helfen den Lernenden, den Aufbau der einzelnen Schritte zu verstehen und die Aufgabe insgesamt besser bewältigen zu können. Dieser Ansatz ist insbesondere auch beim Lösen von Problemen hilfreich (Pólya 1966, S. 191).

Durch das Akzentuieren lassen werden Ideen oder Zwischenresultate hervorgehoben, die für die weitere Bearbeitung besonders wertvoll sind (Bittner 2006, S. 128). Lässt man die Lernenden eine Akzentuierung vornehmen, werden sie zudem angeregt, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren und den Kern der Aufgabe zu identifizieren. Ähnliches gilt für das Herabsenken des Elaborierungsgrades. Diese Tätigkeit, bei der die Aufgabe untechnisch und umgangssprachlich erfasst werden soll, ist mit einem hohen Anspruch an die Lernenden verbunden, verhilft ihnen jedoch zu divergentem Denken (Winter 2016, S. 47). Im Sinne der Philosophie Albert Einsteins, dass die Inhalte nicht verstanden sind, wenn sie einem Sechsjährigen nicht erklärt werden können, verlangt es den Lernenden neben dem Überblick über die Inhalte sehr viel Klarheit und eine verständliche Ausdrucksweise ab. Der Ansatz ist gut geeignet, um die Lernenden in die Rolle eines Experten oder einer Expertin zu versetzen und ihnen zu mehr Selbstwirksamkeit zu verhelfen.

3.3.4.3 Ansätze aus der Taxonomie Anwendung

Zur Taxnomie Anwendung gehören die beiden Tätigkeiten Untersuchen und Vergleichen.

Um Lernende bei der Untersuchung von Inhalten zu unterstützen, kann die Lehrperson sie einen Spezialfall betrachten lassen. Dies kann ihnen nicht nur helfen, einen Einstieg in die Untersuchung zu finden, sondern zeigt ihnen auch aus strategischer Sicht eine sinnvolle Vorgehensweise: Wenn die allgemeine Untersuchung mit Hemmungen verbunden ist, weil sie zu groß erscheint, lässt sie sich mit der Betrachtung von Spezialfällen besser bewältigen und der Einstieg fällt leichter.

Ebenso kann es hilfreich sein, die Fragestellung umzukehren und die Blickrichtung zu ändern. Danckwerts und Vogel (2006, S. 124) sehen den Ansatz der Spießumkehr als typisches Element von Theoriebildung und sprechen sich dafür aus, sie im Sinne der Wissenschaftspropädeutik einzusetzen.

Das Untersuchen von Inhalten ist eng verbunden mit der Kreativität der Lernenden. Neben der Bereitschaft des Erkundens neuer Wege müssen die Lernenden eine gewisse Neugier sowie kreative Ansätze mitbringen. Die Kreativität der Lernenden ist insbesondere dann gefragt, wenn nicht klar ist, was untersucht werden soll. Das Aufstellen von Vermutungen, Hypothesen oder Fragen sollte mit den Lernenden geübt werden, da es eine wichtige Triebfeder der Wissenschaft darstellt. Es eröffnet außerdem eine Spielwiese für neue Erkundungen. Das Provozieren von weiteren Fragestellungen sorgt gleichzeitig dafür, dass sich ein leistungsdifferenziertes forschendes Arbeiten entfalten kann (Lutz-Westphal 2014, S. 16). Es gilt, die Neugierde und den Wissensdrang der Lernenden nicht nur aufrechtzuerhalten, sondern nach Möglichkeit zu stärken.

Das Vergleichen stellt eine grundlegende Tätigkeit beim Mathematiktreiben dar. Durch Vergleiche werden Kernelemente sichtbar, das Wesentliche tritt in Vorschein und kann von Unwesentlichem abgegrenzt werden. Gemeinsamkeiten und Unterschieden erkunden zu lassen ist hierfür ein guter Ansatz. Auch die Frage nach Parallelfällen regt die Lernenden dazu an, nach Verbindungselementen zu suchen (Kuntze 2012, S. 7).

Daneben ist es sinnvoll, systematisches Variieren anzuregen. Das Variieren kann sich auf mehreren Ebenen vollziehen. Zum einen kann es dazu verhelfen, flexibler mit der Aufgabenstellung umzugehen und die Gegebenheiten so zu variieren, dass neue Lösungen entstehen. Hierzu muss die Lehrperson jedoch explizit auffordern, da die Lernenden dies in der Regel weniger gewohnt sind. Zum anderen kann es dazu führen, nicht standardisierte Wege für die Bearbeitung der Aufgabe zu entwickeln und damit eine Flexibilität in der Herangehensweise zu fördern (Watson und Mason 1998, S. 27).

3.3.4.4 Ansätze aus der Taxonomie Analyse

Zur Taxonomie Analyse gehören drei Tätigkeiten: Übersetzen, Vernetzen, Folgern.

Beim Übersetzen müssen Transferschritte geleistet werden. Beim Wechsel der Darstellungsebene kann beispielsweise von der symbolischen zur bildlichen Darstellung gewechselt werden. Bei der Wahl der Zugangsweise werden darüber hinaus die verschiedenen Konzepte und Modelle zur Veranschaulichung der Inhalte berücksichtigt. Die unterschiedlichen Sprech- bzw. Schreibweisen werden vor allem dann relevant, wenn die Lernenden mit synonymen Begriffen konfrontiert werden oder

unterschiedliche Sprechweisen akzeptiert werden. So wird $5,40$ in der Regel als *fünf Komma vier null* realisiert, wohingegen es üblich ist, $5,40$ € als *fünf Euro vierzig* auszusprechen. Die aus dem Alltag in Verbindung mit Geldbeträgen übliche Sprechweise kann jedoch dazu führen, dass sich ein auf zwei Nachkommastellen eingeschränktes Dezimalbruchverständnis entwickelt und das Stellenwertprinzip von den natürlichen Zahlen nicht ohne Probleme auf den Bereich der Dezimalbrüche erweitert werden kann (Heckmann 2007, S. 47).

Übersetzungsprozesse anzuregen bedeutet auch, zwischen Abstraktion und Lebenswelt übersetzen zu lassen oder generell die Aufgabe in einen Kontext zu stellen:

> Indem die Schüler Geschichten erfinden, in denen abstrakte Rechnungen in einen sinnvollen Lebenszusammenhang übersetzt werden, bewegen sie sich gegenläufig zu einer typisch mathematischen Verhaltensweise: der Abstraktion. Der Mathematiker unternimmt in seiner Tätigkeit immer wieder den Versuch, Vielheiten unter einem einzigen Aspekt zu sehen und mit einem einzigen Symbol zu bezeichnen. […] Wenn die Schüler nun aufgefordert werden, für sie schon selbstverständlich gewordene Abstraktionen […] in alltägliche Handlungen zurückzuübersetzen, wird der Begriff der Abstraktion in der Rückschau neu fassbar. In der Anstrengung einer solchen Rückübersetzung wird in einem bescheidenen Bereich erfahrbar, was bei der Mathematisierung der Welt verloren geht und was durch sie gewonnen wird (Ruf und Gallin 2018, S. 111, Hervor. i. Orig.).

Auch wenn das Einbetten in einen Kontext eine Tätigkeit darstellt, die von Mathematik-Forschenden in der Regel weniger betrieben wird, so hilft sie den Lernenden, den Bezug zwischen Mathematik und Alltag herzustellen, was sich nicht zuletzt motivationsfördernd auswirken dürfte. Darüber hinaus fällt es in einem Kontext oft leichter, die Plausibilität von Ergebnissen zu überprüfen und Fehler zu erkennen.

Das Vernetzen spielt nicht nur im Mathematikunterricht eine wesentliche Rolle, sondern ist auch in allen anderen Fächern grundlegend, damit die Inhalte langfristig verfügbar bleiben. Vernetzungen eignen sich besonders als Ankervorstellungen:

> […] vernetzende Ideen als erste Ankervorstellungen zu wählen hat den entscheidenden Vorteil, dass die übergreifenden Ideen gleich Verbindungsmöglichkeiten und Offenheit für weitere mathematisch reichhaltige Erkundungen bereithalten (Kuntze 2012, S. 7).

Vernetzungen lassen sich auf unterschiedlichen Ebenen anregen. Das Wachrufen von vertrauten Darstellungen oder das Zurückführen auf Bekanntes sind gute Ansätze,

um mit den neuen Inhalten an bereits Gelerntes anzuknüpfen. Die Tätigkeit des Vernetzens weist viele Ähnlichkeiten mit dem Vergleichen auf, wobei das Vergleichen meist auf einer sehr konkreten Ebene verbleibt, wohingegen das Vernetzen abstrakter ist und auch gebietsübergreifend vorgenommen werden kann. Dafür ist der Aufbau von tragfähigen Grundvorstellungen wesentlich (Salle und Jetses 2023, S. 34). Während beim Vergleichen das Feststellen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden zunächst ausreicht, müssen die Lernenden für das Vernetzen die Zusammenhänge zwischen den Inhalten oder Begriffen verstehen.

Ein möglicher Ansatz, Vernetzungen auf einer hohen Stufe anzuregen, ist das Auffordern zur Analogiebildung, die ein wichtiges Mittel in der Mathematik darstellt:

> Das Bilden von Analogien kann in sehr verschiedenen Formen und in unterschiedlichen Präzisionsgraden auftreten, es ist jedenfalls eine der wichtigsten Arten (wahrscheinlich die wichtigste überhaupt), neues Wissen hypothetisch zu produzieren, unverzichtbares Instrument beim Verstehen eines neuen Sachverhaltes und ein Hauptheurismus beim Lösen von Problemen (Winter 2016, S. 57).

Die Frage nach verwandten Bereichen ist typisch für das Mathematiktreiben und kann dazu führen, dass sich die gestellte Aufgabe auf bereits bekannte Probleme zurückführen lässt. Der Ansatz eignet sich neben der Förderung der inhaltsbezogenen Kompetenzen der Lernenden also insbesondere auch zur Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen.

Das Folgern wird vor allem für einen Beweis benötigt und beschreibt die Tätigkeit, aus gegebenen Prämissen neue Aussagen abzuleiten. Es ist etwas überraschend, dass sich zu dieser Tätigkeit lediglich zwei Ansätze herausgestellt haben. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass viele der anderen Ansätze die Vorarbeit für das Folgern leisten und das Folgern selbst nur einen möglichen letzten Schritt zu einer Erkenntnis darstellt. Darüber hinaus sind bei den anderen Ansätzen Folgerungen nicht ausgeschlossen.

Um eine Folgerung anzuregen kann die Lehrperson eine Annahme treffen und gedanklich verfolgen lassen bzw. ein Gedankenexperiment mit „Stelle dir vor, …“ einleiten. Dabei ist es nicht entscheidend, ob die Annahme der gegebenen Situation entspricht. Es kann sogar nützlich sein, das Gegenteil anzunehmen und Folgen daraus abzuleiten, wie es z. B. das Grundprinzip eines Widerspruchsbeweises ist.

Zum bereits angesprochenen Wunschdenken nach Pólya (1966, S. 26) gehört auch der Ansatz, eine Aufgabe als gelöst zu betrachten. Er wird hier zur Tätigkeit des Folgerns eingestuft, weil er dabei behilflich sein kann, zu neuen Erkenntnissen durch

Folgerungen zu gelangen, indem eine neue Denkrichtung eingeschlagen wird: „Wir können die Aufgabe, von den Daten ausgehend, vorwärts oder, von der Unbekannten ausgehend, rückwärts bearbeiten“ (Pólya 1966, S. 27). Dieser Ansatz vermittelt den Lernenden gleichzeitig die heuristische Strategie des Rückwärtsarbeitens, sodass er nicht nur auf inhaltlicher, sondern auch auf prozessbezogener bzw. strategischer Ebene wirkt.

3.3.4.5 Ansätze aus der Taxonomie Synthese

Zur Taxonomie Synthese gehören die vier Tätigkeiten Sichern, Verallgemeinern, Vertiefen und Begründen.

Das Sichern ist eng verbunden mit dem Systematisieren und fachunspezifische Tätigkeit sowie wesentliches Element des Unterrichts, mit dem Ziel, dass den Lernenden ihre Erkenntnisse dauerhaft zur Verfügung stehen. Es meint an dieser Stelle weniger das Sichern von Fakten, sondern mehr das Sichern von Konzepten und Zusammenhängen.

Beim Systematisieren geht es darum, dass die Lernenden ihre Erkundungen in ein zusammenhängendes, konsolidiertes Wissen und Können überführen (Prediger et al. 2011, S. 2). Das Sichern wiederum sichert dieses Wissen und Können so, dass die Lernenden langfristig Zugriff darauf haben (Prediger et al. 2011, S. 2). Die Methoden, Inhalte zu sichern, sind zahlreich und vielfältig. Daher sollen an dieser Stelle auch nicht alle Ansätze beschrieben werden. Stattdessen werden hier die grundlegenden Ansätze dargestellt.

Die Ansätze, (Zwischen-)Ergebnisse festzuhalten bzw. festhalten zu lassen gehören beide zur Tätgkeit des Sicherns, auch wenn das Festhalten lassen allein aufgrund des kommunikativen Aspekts und der eventuellen Verwendung der Fachsprache einen höheren Anspruch mit sich bringt.

Durch das Verfassen eines Regelheft-Eintrags werden die Lernenden nicht nur dem Dokumentationsbedarf beim Lernen gerecht, sondern das Verschriftlichen sorgt gleichzeitig für ein Präzisieren der Gedanken (Prediger et al. 2011, S. 2).

Es mag überraschen, dass die Frage nach einem Beispiel einer solch hohen Taxonomie zugeordnet wird. Auf den ersten Blick scheint es ein Ansatz zu sein, der sich eher im Mitteilen verorten ließe. Tatsächlich wird damit jedoch die Leistung der Lernenden unterschätzt, die für die Angabe eines Beispiels vorgebracht werden muss: Es bedeutet nicht nur, dass die Inhalte grundsätzlich verstanden worden sein müssen. Es bedeutet zusätzlich auch, dass in einem als kreativ zu bezeichnenden Prozess ein Beispiel gefunden und anschließend dahingehend überprüft werden muss, inwiefern es sich für die jeweilige Fragestellung eignet. Wenn die Lehrperson nach einem Beispiel für die Multiplikation von zwei Brüchen fragt, wäre es z. B. ungünstig,

$\frac{2}{2} \cdot \frac{2}{2} = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 2} = \frac{4}{4}$ zu wählen, da man bei Addition der Zähler und Nenner auf das gleiche Ergebnis käme.

Grundsätzlich wäre es auch möglich, Regelhefteinträge allein anhand von guten Beispielen zu gestalten und auf Merksätze oder weitere Erläuterungen zu verzichten. Beim Nachschlagen sind die Lernenden dann gefordert, aus den Beispielen die Regel abzuleiten, was zusätzlich kognitiv aktiviert und daher als nachhaltiger angesehen werden kann.

Es ist erstaunlich, dass beim Verallgemeinern nur ein Ansatz aufgeführt wird, obwohl es sich hierbei um ein grundlegendes Prinzip der Mathematik handelt: Ausgehend von einem spezifischen, konkreten Fall wird untersucht, wie weit sich der Spezialfall ausweiten lässt, ohne die Kontrolle darüber zu verlieren. Letzteres meint, dass sich die Verallgemeinerung immer noch nachvollziehen oder sogar beweisen lässt. Dieser induktive Ansatz hat den Vorteil, dass er oftmals von einem konkreten Lebensweltbezug für die Lernenden ausgehen kann oder zumindest ein leicht zu erfassendes Beispiel bereitstellt, wodurch der Zugang zu den Inhalten erleichtert wird.

Die Tätigkeit des Vertiefens lässt sich vermutlich am schwierigsten greifen, da sie nicht sehr spezifisch ist und in viele Richtungen gedacht werden kann. In vielen Fällen kann sie mit der Tätigkeit des Optimierens verglichen werden. So können die Lernenden die Effizienz ihrer Aufgabenbearbeitung beispielsweise dahingehend erhöhen, dass sie weniger Schritte ausführen müssen. Die Frage nach alternativen Lösungen oder auch alternativen Lösungswegen hingegen muss nicht einen optimierenden Ansatz verfolgen. Das Auffinden verschiedener Lösungswege kann z. B. die Flexibilität im Denken, die Kreativität und die Problemlösefähigkeiten der Lernenden fördern.

Wenn ein Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau gehoben wird, empfiehlt es sich, zuvor das inhaltliche Verständnis zu sichern.

Das Begründen wird in die Taxonomie Synthese eingestuft, da hierfür das Zusammenführen der Erkundungen und jeweiligen Erkenntnisse vollzogen werden muss. Es ist mindestens genauso essenziell für das Mathematiktreiben wie das Verallgemeinern. Auf Aussagen, die nicht begründet werden können, lässt sich die Weiterarbeit nicht stützen. Die Begründungen müssen sich allerdings nicht immer auf mathematische Aussagen beziehen, sie können auch auf den Prozess des Mathematiktreibens oder das strategische Vorgehen eingehen.

Das Einfordern von Begründungen und Erklärungen kann kognitive Konflikte auslösen, unterstützt die Lernenden in ihrem kritischen Denken und ermöglicht genauere Einblicke in ihre Denkprozesse. Die beiden Ansätze eignen sich daher auch

für diagnostische Impulse. Für eine Erklärung müssen die Lernenden die Inhalte so gut verstanden haben, dass sie sie korrekt und verständlich vermitteln können, was einen hohen Anspruch an sie darstellt.

Wenn nach einer Erläuterung der Vorgehensweise gefragt ist, stellt dies für die Lernenden oftmals eine Herausforderung dar, weil sie nicht genau wissen, was die Lehrperson erwartet. Es ist daher ratsam, die Lernenden ihre Vorgehensweise regelmäßig beschreiben zu lassen und Begründungen einzufordern, warum sie so vorgegangen sind.

3.3.4.6 Ansätze aus der Taxonomie Bewertung

Reflektieren und Bewerten stellen die beiden Tätigkeiten aus der Taxonomie Bewertung dar und gehören damit zur höchsten Taxonomiestufe. Es handelt sich bei beiden Tätigkeiten um fachunspezifische Tätigkeiten, die allgemein für die Lernkompetenz wichtig sind und in Ansätzen auch die affektive Ebene berühren können.

Besonders naheliegend zur Reflexionsanregung sind Impulse, die auf das Erarbeitete zurückblicken lassen und somit zur Identifikation von inhaltlichen Fortschritten beitragen (Lutz-Westphal et al. 2022, S. 37). Die Frage nach Veränderungen oder Konsequenzen dient der Rückschau auf den Lernprozess bzw. dem Ausblick auf ableitbare Auswirkungen (Ruf und Gallin 2018, S. 56).

Durch Reflexionen können Lernende auch dazu angeregt werden, über die Art und Weise ihrer Aufgabenlösung nachzudenken und dies als Ausgangspunkt für Optimierungen oder Vertiefungen zu nutzen. So können Einordnungen des Sachverhalts in einer kürzeren Zeit vorgenommen werden, wenn beispielsweise danach gefragt wird, woran sich die Korrektheit des Ergebnisses schnell abschätzen lässt (Watson und Mason 1998, S. 27).

Reflexionen können ebenfalls dazu dienen, sich des Einflusses von Inhalten und ihrer Darbietung auf den eigenen Lernprozess bewusst zu werden und damit die Metakognition anzuregen. Dieses Bewusstsein kann z. B. durch wertungsfreies Feedback veranlasst werden (Ansteeg 2022, S. 448). Wesentliches Element bei dieser Art des Reflektierens ist der singuläre Standort der Lernenden (s. Abschnitt 2.3.1). Er entwickelt sich mit dem Lernprozess weiter, muss jedoch mithilfe von Reflexionen ins Bewusstsein gerückt werden. Der Ansatz, den singulären Standort darstellen zu lassen, sollte von seinem Anspruch an die Lernenden nicht unterschätzt werden. Die Lernenden müssen sich dafür zunächst ihres singulären Standortes bewusst werden und außerdem in der Lage sein, ihn sprachlich auszudrücken oder sogar darzustellen. Ähnlich wie der Ansatz, nach einem Beispiel zu fragen, erscheint dieser Ansatz zunächst leicht, kann die Lernenden jedoch vor große Herausforderungen stellen.

Dies gilt insbesondere, wenn der Ansatz nicht häufig genutzt wird und die Lernenden daher wenig geübt darin sind, ihren singulären Standort zu äußern.

Die beiden aufgeführten Ansätze zum Bewerten könnten möglicherweise suggerieren, dass die Lehrperson stets diejenige ist, die die Ergebnisse oder Regeln hinterfragt. Natürlich ist es auch möglich, dass die Lernenden dies selbst übernehmen. Das Hinterfragen jedoch ist allein der Auslöser für die Bewertung und benötigt eine gewisse Kreativität bzw. einen Ansatz und Ideen, worauf bei der Ergebnisbewertung geachtet werden soll. Entweder bekommen die Lernenden diese Ideen durch das Hinterfragen der Lehrperson, oder sie haben sie bereits selbst, sodass der Ansatz, Ergebnisse hinterfragen zu lassen, obsolet wird. Ähnliches gilt für das zur Diskussion Stellen von alternativen Lösungen.

3.3.5 Kognitiver Anspruch von Impulsen im Mathematikunterricht

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten die auszulösenden Tätigkeiten und die Ansätze von Impulsen vorgestellt wurden, wird auf dieser Grundlage nun ein näherer Blick auf die dahinterliegende Mathematikspezifik geworfen. Konkret geht es um den kognitiven Anspruch, der mit Impulsen im Mathematikunterricht in Verbindung steht. Die herausgearbeiteten Ansätze von Impulsen wurden bereits nach ausgelösten Tätigkeiten der Lernenden sortiert und diese wiederum im Sinne der Taxonomiestufen gruppiert.

Hält man die Zuordnungen (s. Tab. 3.5) einmal fest, so ergibt sich die in Tab. 3.6 dargestellte Übersicht.

Taxonomie	**Tätigkeit**	**Anzahl an Ansätzen pro Tätigkeit**	**Gesamtanzahl pro Taxonomie**
Wissen	Mitteilen	6 Ansätze	1 Tätigkeit 6 Ansätze
Verständnis	Erkennen	10 Ansätze	2 Tätigkeiten
	Reduzieren	4 Ansätze	14 Ansätze
Anwendung	Untersuchen	5 Ansätze	2 Tätigkeiten
	Vergleichen	4 Ansätze	9 Ansätze
Analyse	Übersetzen	5 Ansätze	3 Tätigkeiten
	Vernetzen	2 Ansätze	9 Ansätze
	Folgern	2 Ansätze	
Synthese	Sichern	6 Ansätze	4 Tätigkeiten
	Verallgemeinern	1 Ansatz	

Taxonomie	Tätigkeit	Anzahl an Ansätzen pro Tätigkeit	Gesamtanzahl pro Taxonomie
	Vertiefen	4 Ansätze	13 Ansätze
	Begründen	2 Ansätze	
Bewertung	Reflektieren	2 Ansätze	2 Tätigkeiten
	Bewerten	2 Ansätze	4 Ansätze

Tab. 3.6: Übersicht über die Zuordnungen der Tätigkeiten und Ansätze zu den Taxonomien

In dieser Übersicht wurde anstelle der verschiedenen Ansätze die Anzahl an Ansätzen pro Tätigkeit aufgeführt. Außerdem wurde pro Taxonomie bestimmt, wie viele Tätigkeiten und Ansätze insgesamt zugeordnet werden konnten. Dabei lassen sich verschiedene Auffälligkeiten feststellen:

- Die niedrigste Taxonomiestufe des Wissens ist mit nur einer Tätigkeit und sechs zugehörigen Ansätzen am wenigsten vertreten.
- Die Taxonomiestufen Verständnis und Synthese sind mit 14 bzw. 13 Ansätzen sehr umfangreich.
- Die Bewertung stellt die Taxonomiestufe mit den wenigsten Ansätzen dar.
- Zu den höchsten beiden Taxonomiestufen (Synthese und Bewertung) lassen sich insgesamt sechs und damit fast die Hälfte aller Tätigkeiten zuordnen.
- Die meisten Ansätze lassen sich der Tätigkeit des Erkennens und damit der Taxonomiestufe Verständnis zuordnen.

Ausgehend von der Annahme, dass der Umfang einer Taxonomiestufe im Hinblick auf die Anzahl der zugeordneten Tätigkeiten widerspiegelt, welchen Umfang diese Tätigkeit im Mathematikunterricht einnimmt, findet sich hier eine eventuelle Erklärung dafür wieder, dass das Mathematiktreiben viele Lernende vor Herausforderungen stellt: Die herausgearbeitete Schwerpunktsetzung auf die Taxonomien Verständnis und Synthese bzw. insbesondere auf die höheren Taxonomiestufen entspricht nicht der zu erwartenden Schwerpunktsetzung im Mathematikunterricht. Um das Anforderungsniveau von Aufgaben oder Tätigkeiten im Unterricht zu erfassen, werden im Kernlehrplan die drei Anforderungsbereiche I-III unterschieden (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2023, S. 35):

- Anforderungsbereich I: Wiedergabe von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, Verständnissicherung, Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren

- Anforderungsbereich II: selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang, selbstständiges Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte
- Anforderungsbereich III: Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen, selbstständige Wahl geeigneter Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgaben, Anwendung dieser auf neue Problemstellungen und Reflexion des eigenen Vorgehens

Nach den Vorgaben für das Abitur in Nordrhein-Westfalen müssen die Aufgabenstellungen alle drei Anforderungsbereiche berücksichtigen, wobei der Anforderungsbereich II den Schwerpunkt bildet (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2015, S. 1). Grob kann dafür angesetzt werden, dass die Aufgaben zu etwa 40 % im Anforderungsbereich II liegen und zu je 30 % in den Anforderungsbereichen I und III. Für die Sekundarstufe I verlagert es sich je nach schulinternem Lehrplan noch etwas mehr in Richtung des Anforderungsbereichs I, sodass dieser ungefähr 40 % einnehmen kann. Insbesondere bedeutet dies, dass der Anforderungsbereich III mit maximal 30 % angesetzt wird und nicht mit fast 50 %, wie es die Anzahl der Tätigkeiten in Tab. 3.6 vermuten lässt.

Dass der Anforderungsbereich III eigentlich einen geringeren Anteil als 50 % darstellen sollte, zeigt sich auch mit Blick auf die Operatoren. Für die Konstruktion von Abituraufgaben gibt es eine Sammlung von Operatoren, mit denen die Aufgaben im Abitur formuliert werden. In früheren Operatorenlisten wurden die Operatoren grob den Anforderungsbereichen zugewiesen. Ähnlich wie bei der Zuordnung der Tätigkeiten zu den Taxonomiestufen ist die Zuordnung allerdings nicht eindeutig. In der aktuellen Operatorenübersicht, die ab dem Abitur 2023 gültig ist, heißt es daher, dass sich alle Operatoren auf alle drei Anforderungsbereiche beziehen können (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2022) und die Zuordnung wurde aufgehoben.[7] Dennoch lassen sich grobe Einschätzungen vornehmen. Die KMK (2012) hat sie in einer Operatorenliste für das Fach Mathematik

[7] *Hinweis*: Beim Vergleich der alten und der neuen Operatorenliste fällt nicht nur die nun fehlende Zuordnung zu den Anforderungsbereichen auf, sondern es ist auch ein Wegfall von Operatoren zu verzeichnen. So wird in der neuen Liste nicht mehr zwischen Erläutern und Erklären unterschieden und es gibt die Operatoren Herleiten, Vergleichen, Prüfen, Klassifizieren und Ordnen nicht mehr.

an den Deutschen Schulen im Ausland wie in Tab. 3.7 vorgenommen. Sie kann für die allgemeinbildenden Schulen aber übertragen werden.

Anforderungsbereich	Operatoren
Anforderungsbereich I	angeben, nennen
	beschreiben
	belegen
	erstellen
	vereinfachen
	zeichnen, graphisch darstellen
Anforderungsbereich II	anwenden
	begründen
	berechnen
	bestimmen, ermitteln
	darstellen
	entscheiden
	erklären
	erläutern
	gliedern
	herleiten
	interpretieren, deuten
	prüfen
	skizzieren
	untersuchen
	vergleichen
	zeigen, nachweisen
Anforderungsbereich III	auswerten
	beurteilen, bewerten
	beweisen
	verallgemeinern
	widerlegen
	zusammenfassen

Tab. 3.7: Übersicht über die Operatoren nach Anforderungsbereichen, Stand 2012, (KMK 2012)

Die Anzahl der aufgeführten Operatoren pro Anforderungsbereich spiegelt die geforderte Fokussierung auf den Aufgabenbereich II wieder: Anforderungsbereich I umfasst 6 Operatoren, Anforderungsbereich II umfasst 16 Operatoren und Anfor-

derungsbereich III umfasst ebenfalls 6 Operatoren. Auch wenn die Zuordnung zu den Anforderungsbereichen uneindeutig ist, wird die Schwerpunktsetzung deutlich. Wie beschrieben ist diese Schwerpunktsetzung jedoch nicht in der in dieser Arbeit herausgestellten Verteilung der Tätigkeiten zu erkennen. Hier bilden die Taxonomien Verständnis und Synthese den Schwerpunkt, sodass vor allem der Anforderungsbereich III stärker betont wird.

In Bezug auf die beschriebenen Auffälligkeiten bedeutet dies: Ausgehend von der oben getätigten Annahme liegt die Vermutung nahe, dass die Tätigkeiten höherer Taxonomiestufen im Mathematikunterricht stärker vertreten sind und damit insgesamt der kognitive Anspruch im Mathematikunterricht erhöht wird. Bereits einfach erscheinende Tätigkeiten können einen hohen Anspruch mit sich bringen. Wenn die Lehrperson nach einem Beispiel für ein mathematisches Phänomen fragt, scheint dies zunächst nicht weiter schwierig zu sein und könnte auf den ersten Blick ins Erkennen und damit in die Taxonomie des Verständis bzw. in den Anforderungsbereich I eingeordnet werden. Um ein passendes Beispiel angeben zu können, müssen die Lernenden allerdings den fachlichen Kern des Phänomens identifizieren und verstehen, sie müssen andere Fälle auf das Phänomen hin prüfen können, sie miteinander vernetzen bzw. gegeneinander abgrenzen und schließlich ihre Erkenntnisse zusammenfassen (s. Abschnitt 3.3.4.5). Somit lässt sich die Angabe eines Beispiels in die Taxonomie der Synthese und damit dem Anforderungsbereich III zuordnen. Es ist daher sinnvoll, sich vor Augen zu führen, welche Voraussetzungen für das Gelingen eines Impulses und der dadurch ausgelösten Tätigkeit gegeben sein müssen und welche Ansprüche mit dem zugehörigen Ansatz verbunden sind.

Ob es sich bei dieser Beobachtung um ein Spezifikum des Mathematikunterrichts handelt, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden. Dazu müsste eine Untersuchung der Tätigkeiten mit ihren zugehörigen Ansätzen auch in anderen Fächern vorgenommen werden. Dennoch verdeutlichen die Überlegungen den kognitiven Anspruch von Impulsen im Mathematikunterricht. Es ist ratsam, sich als Lehrperson dieses Anspruchs bewusst zu sein, um Schwierigkeiten der Lernenden besser einschätzen und mit passenden Impulsen darauf reagieren zu können.

3.3.6 Impulskatalog

Der Impulskatalog stellt im Wesentlichen die Zusammenfassung von Abschnitt 3.3.3 und Abschnitt 3.3.4 dar. Er soll einen Überblick darüber geben, welche Ansätze von Impulsen es gibt und in welchen Tätigkeiten sie jeweils zu verorten sind. Seine Stärke liegt insbesondere darin, dass durch die Beispielimpulse konkrete Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie die Ansätze für einen Impuls im Mathematikunterricht

umgesetzt werden können. Der Impulskatalog wurde als Material für das Seminar aufbereitet (Anhang C.1.5) und im Rahmen der Erprobungen mehrfach eingesetzt.

In der linken Spalte des Impulskatalogs werden quer zu den anderen beiden Spalten die Tätigkeiten der Lernenden aufgeführt. Die Tätigkeiten sind aufsteigend nach den Taxonomiestufen nach Bloom angeordnet (s. Tab. 3.5), wobei die Taxonomiestufen selbst nicht genannt werden. Die mittlere Spalte enthält die zur Tätigkeit zugehörigen Ansätze. Sind sich zwei Ansätze sehr ähnlich, sind sie in derselben Zeile aufzufinden. Zu jedem Ansatz steht in der letzten Spalte mindestens ein Beispielimpuls, der den Ansatz verdeutlicht. Die Beispielimpulse erheben nicht den Anspruch, allen Qualitätskriterien von Impulsen gerecht zu werden, was ohnehin kaum zu realisieren ist. Sie lassen sich jedoch als Vorlage für Impulse nutzen, die individuell an die Lernenden und die jeweilige Unterrichtssituation anzupassen sind.

Der Impulskatalog verfolgt insbesondere das Ziel, die Vielfalt an Impulsen für das Mathematiklernen abzubilden und (angehenden) Lehrpersonen dabei zu helfen, ihre Impulsgebung zielgerichteter und abwechslungsreicher zu gestalten. Bei dem im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Seminar bildet er damit einen wichtigen Baustein (s. Kapitel 5).

Aufgrund des Umfangs des Impulskatalogs und den zugehörigen Rückmeldungen aus den Erprobungen (s. Abschnitt 5.2.4) wird außerdem eine Kurzversion des Impulskatalogs angeboten. Der gekürzte Impulskatalog kommt mit zwei Seiten aus, muss im Gegenzug aber natürlich einige Abstriche in Kauf nehmen. Zum einen beschränken sich die Beispielimpulse auf in der Regel ein Beispiel pro Ansatz. Dadurch wird die Verständlichkeit eines Ansatzes ggf. etwas eingeschränkt. Zum anderen wurden einige Ansätze vollständig entfernt. Dabei wurden Ansätze, die weniger ergiebig als andere erscheinen oder deren Häufigkeit im Unterricht als eher gering eingeschätzt wird, rausgenommen. Beispielsweise sind das Formulieren lassen von Wünschen an die Aufgabe oder die „Beweissprechakte“ nach dem Vorbild eines sokratischen Dialogs nicht in der Kurzversion enthalten. Erhalten bleiben hingegen alle Tätigkeiten, lediglich ihr Umfang ist durch den Wegfall einiger Ansätze reduziert. Die Kurzversion bietet damit eine gute Möglichkeit, einen Einstieg in den Impulskatalog zu finden oder kurzfristig Anreize einzuholen, um die Vielfalt der im Unterricht eingesetzten Impulse zu steigern. Grundsätzlich wird jedoch die Auseinandersetzung mit dem vollständigen Impulskatalog empfohlen.

Impulskatalog

	Ansatz für einen Impuls	Beispielimpuls(e)
Mitteilen	• das vorhandene Wissen erfragen	Welche Kommazahlen kennst du bereits? Wie kannst du das auflösen? Was gibt ein Funktionswert in der Flächeninhaltsfunktion und der Ableitungsfunktion an?
	• Wünsche an die Aufgabe formulieren lassen	Was müsste sich ändern, damit du weiterarbeiten könntest?
	• den Gedankengang erfragen	Was stört dich und warum? Woher weißt du das? Wie bist du darauf gekommen?
	• nach bestimmten Eigenschaften fragen	Welchen Wert hat die Funktion bei x = 4? Was ist das Besondere an der Aufgabe 3/16 + 13/16?
	• nach Voraussetzungen fragen	Welche Informationen benötigst du, um weiterzumachen? Welche Informationen fehlen dir?
	• einen Satz / eine Aussage vervollständigen lassen	Finde eine passende Fortsetzung für den folgenden Satz: Wenn das Gleichungssystem genau eine Lösung hat, dann …
Erkennen	• eine Erklärung einbringen	Bei einer proportionalen Zuordnung wird dem Doppelten eines x-Werts auch das Doppelte des zugehörigen y-Werts zugeordnet.
	• den Grad der Elaborierung senken • die Aufgabenstellung zugänglicher machen • auf einen Verständnisanker verweisen • einen Verständnisanker schaffen	Stelle dir vor, du fährst mit einem Schlitten einen Hügel hinunter. Gesucht ist die Stelle, an der du am meisten Fahrt aufnimmst.
	• das Verstehen der Aufgabe sicherstellen • die Aufgabenstellung verdeutlichen	Wir suchen die Zahl, die mit sich selbst multipliziert 5 ergibt.
	• den Sinn einer Aufgabe / einer zu untersuchenden Frage bewusstmachen	Das graphische Ableiten soll dir dabei helfen, einen Überblick über die Verlaufseigenschaften der zu untersuchenden Funktion zu bekommen. Die Erarbeitung der Regeln wird uns zeigen, wie praktisch eine gute Theorie sein kann.
	• akzentuieren	In der Aufgabenstellung geht es um den Abstand zwischen den beiden Geraden.
	• den Fortschritt in der Bearbeitung bewusst machen	Schau mal, damit haben wir den ersten Teil der Aufgabe bereits gelöst.
	• den Fortschritt in der Bearbeitung bewusstmachen lassen	Welcher Teil der Aufgabe fehlt dir nur noch? Was hast du bisher schon alles geschafft?
	• Schlussfolgerungen aus der Antwort ziehen • eine Feststellung machen (evtl. mit Provokation)	Das würde bedeuten, dass der Flächeninhalt zwischen x = 2 und x = 2,5 kleiner wird. Das würde bedeuten, dass der Fahrradfahrer ab Minute drei unterhalb der Erdoberfläche fährt.
	• von persönlichen Erfahrungen berichten • von eigenen Lernerfahrungen erzählen	Ich dachte früher, eine antiproportionale Zuordnung wäre eine proportionale Zuordnung mit negativem Steigungsfaktor. Es hat mir geholfen, mir nicht nur den Graphen anzuschauen, sondern auch die Zuordnungsvorschrift.

	Ansatz für einen Impuls	Beispielimpuls(e)
	• „Beweissprechakte“ nach dem Vorbild eines sokratischen Dialogs	Ist es nicht so, dass wir hier einen Teil ergänzen können? Entstehen dadurch nicht vier flächengleiche Vierecke? Das können wir sagen, weil wir den Satz vom Nullprodukt kennen und hier anwenden können.
Reduzieren	• die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen	Zunächst müssen wir die beiden Terme gleichsetzen. Dann müssen wir nach x auflösen. Das Ergebnis setzen wir dann in die Funktion bei a) ein.
	• die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen lassen	Welche einzelnen Schritte kannst du separieren? Zerlege die Aufgabe in so viele Teile wie möglich, um die Aufgabe besser zu verstehen.
	• akzentuieren lassen	Welche Informationen sind besonders wichtig? Wie kannst du weiter vorgehen, wenn du berücksichtigst, was Tom eben gesagt hat? Kannst du das, was du gesagt hast, in einem einzigen Satz ausdrücken?
	• den Grad der Elaborierung senken lassen	Wie würdest du das Problem einem Nichtfachmann erklären? Wie kannst du die Aufgabe schlagwortartig ausdrücken?
Untersuchen	• einen Spezialfall betrachten lassen	Untersuche deine Aussage für drei Personen. Können wir bei der Addition von zwei Brüchen jemals Zähler und Nenner paarweise addieren und das richtige Ergebnis dabei erhalten?
	• die Fragestellung umkehren • die Blickrichtung ändern	Mit welcher Zahl würde es nicht funktionieren? Du hast eine Integralfunktion gezeichnet. Zeichne nun ihre Ableitungsfunktion. Welchen Berandungen lassen sich die Flächeninhalte zuordnen?
	• Muster erkennen lassen • etwas sortieren lassen	Erkennst du darin ein Muster? Sortiere der Größe nach.
	• Vermutungen anstellen lassen • Hypothesen aufstellen lassen	Hast du eine Vermutung, was die Ursache dafür ist?
	• anregen, Fragen zu stellen	Welche Fragen fallen dir dazu ein? Was würdest du gerne noch wissen wollen? Welche Frage würdest du dem Autor dieser Aufgabe stellen?
Vergleichen	• Vergleiche anregen	Inwiefern unterscheidet sich das Vorgehen bei quadratischen Funktionen von dem bei linearen Funktionen? Was ist der Unterschied zu den vorherigen Abschnitten?
	• Gemeinsamkeiten und Unterschiede notieren lassen • Zusammenhänge erkunden lassen	Hier siehst du den Graphen einer anderen Funktion. Was für Gemeinsamkeiten/Unterschiede haben die beiden? Gibt es ein verbindendes Element zwischen den beiden? Untersuche den Zusammenhang zwischen dem Graphen von g und dem Graphen von h.
	• systematisches Variieren anregen • Veränderungen wahrnehmen lassen	Was kannst du an der Ausgangssituation verändern, sodass die Lösung immer noch gleichbleibt?

	Ansatz für einen Impuls	Beispielimpuls(e)
		Verändere etwas an der Ausgangssituation, sodass die Lösung doppelt so groß wird. Wie ändert sich das Ergebnis, wenn man mit einer Person weniger rechnet?
	• nach Parallelfällen fragen	Könnte der Funktionsgraph auch anders aussehen? Welche Funktionen kennst du, deren Graphen ähnlich aussehen?
Übersetzen	• Darstellungsebene wechseln lassen • andere Zugangsweisen wählen lassen	Du hast dir bislang den Graphen angeschaut. Trage ein paar Werte in eine Wertetabelle ein und beschreibe, was dir auffällt. Kannst du mir diese Addition auf einer Zahlengeraden zeigen?
	• unterschiedliche Sprech- bzw. Schreibweisen in den Blick nehmen	Anstelle von ‚dreihundertfünfzehn' kann man auch sagen ‚drei Hunderter, ein Zehner, fünf Einer'.
	• Übersetzungsprozesse anregen (auch: Zwischen Abstraktion und Lebenswelt; zwischen realen Bedeutungen und Modellvorstellungen)	Wo könnte dir im Alltag eine solche Zuordnung begegnen? Welche Geschichte könnte dahinterstecken?
	• in einen Kontext einbetten • die Plausibilität der Antwort in einem Kontext überprüfen lassen	Wenn eine Bäuerin ihren Kühen weniger Futter gibt, brauchen sie mehr Zeit zum Fressen. Kann das stimmen?
	• einen Kontext finden lassen	Finde zu dem Ausgangsgraphen einen passenden Kontext und interpretiere anschließend den Bereich zwischen x = 4 und x = 5,5.
Vernetzen	• vertraute Darstellungen wachrufen • auf Bekanntes zurückführen lassen	An was erinnert dich das? Woher kennen wir das schon? Was hat die Grundvorstellung der Tangentensteigung mit der Grundvorstellung der lokalen Änderungsrate gemeinsam?
	• ähnliche Fälle suchen und gegen das Neue abgrenzen lassen • zur Analogiebildung auffordern	Wo hast du etwas Ähnliches schon einmal gesehen? Was war dort anders? Was ist das Neue daran? Wie hängt Neues und Altes zusammen?
Folgern	• eine Annahme treffen und gedanklich verfolgen lassen • ein Gedankenexperiment anregen	Stell dir vor, du würdest so vorgehen wie bisher auch. Wie würde das dann aussehen? Stell dir vor, du zerteilst den Graphen in diesem Bereich in ganz kleine Geradensegmente. Wie könnte dir das helfen?
	• die Aufgabe als gelöst betrachten lassen	Stell dir vor, du hättest die Aufgabe gelöst. Welche Schlüsse könntest du aus dem Ergebnis ziehen?
Sichern	• Grundlegendes absichern	Stimmst du mir zu, dass wir zunächst den Schnittpunkt bestimmen müssen? Erinnerst du dich, dass wir zunächst durch den Faktor a teilen müssen?
	• (Zwischen-)Ergebnisse festhalten	In der ersten Funktionsvorschrift müssen wir also ein +1 ergänzen.

	Ansatz für einen Impuls	Beispielimpuls(e)
	• (Zwischen-)Ergebnisse festhalten lassen (mündlich oder schriftlich, z.B. als Stichpunkte oder in einer Skizze, ggf. gleichzeitig mit Darstellungswechsel)	Trage die Punkte, die du gerade genannt hast, in ein Koordinatensystem ein.
	• einen Regelheft-Eintrag zu dem verfassen lassen, was bereits erkannt wurde • eine Zusammenfassung erstellen lassen	Erstelle eine Liste mit allen Eigenschaften einer proportionalen Funktion. Lege einen Wissensspeicher zum Lösen einer quadratischen Gleichung an. Fasse die wichtigsten Ergebnisse in einer Übersichtsgrafik zusammen. Finde ein gutes Beispiel, mit dem du anderen erklären kannst, wie es funktioniert. Wie könntest du dieses komplexe Vorgehen in einfacher Weise darstellen?
	• Lösung an die Hand geben und eigenständig überprüfen lassen	Gib die Funktionen in GeoGebra ein und überprüfe, ob du den Graphen richtig gezeichnet hast.
	• nach einem Beispiel fragen	Wie könnte die Zuordnungsvorschrift beispielsweise lauten? Hast du ein Beispiel, das deine MitschülerInnen herausfordert?
Verallgemeinern	• eine Verallgemeinerung anregen • Verallgemeinerbarkeiten untersuchen lassen	Welche allgemeine Schlussfolgerung können wir daraus ziehen? Ist das immer der Fall? Wann ist das noch der Fall?
Vertiefen	• nach alternativen Lösungen fragen	Hättest du es auch anders machen können?
	• die Effizienz der Aufgabenbearbeitung erhöhen lassen	Was ist der schnellste Weg, um das Ergebnis von 19*20 herauszufinden? Versuche herauszufinden, wie du die Aufgabe noch leichter lösen kannst.
	• den Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau heben (z. B. durch positive Überformung)	Genau: Die Geraden a und b liegen parallel zueinander, die Gerade c verläuft windschief zu a und b.
	• den Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau heben lassen	Versuche in deine Aussage die Fachbegriffe „parallel“ und „windschief“ einzubauen.
Begründen	• Begründungen einfordern	Warum ist das etwas Neues? Was ist für dich das Neue? Warum kannst du nicht mit deinem bisherigen Vorgehen weitermachen?
	• eine Erklärung einfordern	Welche Rolle spielt ein Grenzprozess bei der Bestimmung der Ableitung? Erkläre mir, warum du mit deinem bisherigen Vorgehen nicht weitermachen kannst.
Reflektieren	• zur Reflexion anregen	Du bist ja schon bis hierhin gekommen. Wie bist du denn dabei vorgegangen? Wie zufrieden bist du mit deiner bisherigen Lösung?

	Ansatz für einen Impuls	Beispielimpuls(e)
		Woran kannst du sofort erkennen, dass die Lösung falsch ist? Wieso können wir uns sicher sein, dass dieses Ergebnis nicht stimmen kann? Welche Zwischenschritte sind für das Verständnis nötig?
	• den singulären Standort darstellen lassen	Was ist für dich ein Zehntel? Wie stehst du zu der Aussage? Was ist deine Position dazu? Nenne mir zwei Additionsaufgaben, eine leichte und eine schwierige.
Bewerten	• Ergebnissen / Regeln / Aussagen hinterfragen	Was müsste die Situation erfüllen, damit deine Aussage stimmt? Wann dürfen wir diese Regel anwenden?
	• eine alternative Lösung/Deutung/ Behauptung zur Diskussion stellen	Nimm Stellung zu folgender Aussage: Eine antiproportionale Zuordnung ist eine proportionale Zuordnung mit negativer Steigung.

Tab. 3.8: Impulskatalog

Impulskatalog (Kurzversion)

	Ansatz für einen Impuls	Beispielimpuls(e)
Mitteilen	• das vorhandene Wissen erfragen	Welche Funktionstypen kennst du bereits?
	• den Gedankengang erfragen	Was stört dich und warum? Wie bist du darauf gekommen?
	• nach bestimmten Eigenschaften fragen	Welchen Wert hat die Funktion bei x = 4?
	• nach Voraussetzungen fragen	Welche Informationen benötigst du, um weiterzumachen?
Erkennen	• eine Erklärung einbringen	Bei einer proportionalen Zuordnung wird dem Doppelten eines x-Werts auch das Doppelte des zugehörigen y-Werts zugeordnet.
	• die Aufgabenstellung verdeutlichen	Wir suchen die Zahl, die mit sich selbst multipliziert 5 ergibt.
	• den Sinn einer Aufgabe / einer zu untersuchenden Frage bewusstmachen	Die Erarbeitung der Regeln wird uns zeigen, wie praktisch eine gute Theorie sein kann.
	• akzentuieren	Hier geht es um den Abstand zwischen den beiden Geraden.
Reduzieren	• die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen	Zunächst müssen wir die beiden Terme gleichsetzen. Dann müssen wir nach x auflösen und anschließend einsetzen.
	• die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen lassen	Welche einzelnen Schritte kannst du separieren?
	• akzentuieren lassen	Welche Informationen sind besonders wichtig?
	• den Grad der Elaborierung senken lassen	Wie würdest du das Problem einem Sechsjährigen erklären?
Untersuchen	• einen Spezialfall betrachten lassen	Untersuche deine Aussage für drei Personen.
	• die Fragestellung umkehren • die Blickrichtung ändern	Mit welcher Zahl würde es nicht funktionieren?
	• Muster erkennen lassen	Erkennst du darin ein Muster? Sortiere.
	• Vermutungen anstellen lassen • Hypothesen aufstellen lassen	Hast du eine Vermutung, was die Ursache dafür ist?
	• anregen, Fragen zu stellen	Welche Fragen fallen dir dazu ein?

	Ansatz für einen Impuls	**Beispielimpuls(e)**
Vergleichen	• Vergleiche anregen	Was ist der Unterschied zu den vorherigen Abschnitten?
	• Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Zusammenhänge erkunden lassen	Was für Unterschiede gibt es? Gibt es ein verbindendes Element zwischen den beiden?
	• systematisches Variieren anregen • Veränderungen wahrnehmen lassen	Was kannst du an der Ausgangssituation verändern, sodass die Lösung immer noch gleichbleibt?
	• nach Parallelfällen fragen	Welche Funktionen kennst du, die ähnlich verlaufen?
Übersetzen	• Darstellungsebene wechseln lassen • andere Zugangsweisen wählen lassen	Kannst du mir diese Addition auf einer Zahlengeraden zeigen?
	• unterschiedliche Sprech- bzw. Schreibweisen in den Blick nehmen	Anstelle von ‚dreihundertfünfzehn' kann man auch sagen ‚drei Hunderter, ein Zehner, fünf Einer'.
	• in einen Kontext einbetten	Wenn eine Bäuerin ihren Kühen weniger Futter gibt, brauchen sie mehr Zeit zum Fressen. Kann das stimmen?
Vernetzen	• vertraute Darstellungen wachrufen • auf Bekanntes zurückführen lassen	An was erinnert dich das? Woher kennen wir das schon?
	• ähnliche Fälle suchen und gegen das Neue abgrenzen lassen • zur Analogiebildung auffordern	Wo hast du etwas Ähnliches schon einmal gesehen? Was war dort anders? Was ist das Neue daran? Wie hängt Neues und Altes zusammen?
Folgern	• eine Annahme treffen und gedanklich verfolgen lassen	Stell dir vor, du zerteilst den Graphen in diesem Bereich in ganz kleine Geradensegmente. Wie könnte dir das helfen?
	• die Aufgabe als gelöst betrachten lassen	Stell dir vor, du hättest die Aufgabe gelöst. Welche Schlüsse könntest du aus dem Ergebnis ziehen?
Sichern	• (Zwischen-)Ergebnisse festhalten	In der ersten Funktionsvorschrift müssen wir also ein +1 ergänzen.
	• mit Lösungen überprüfen lassen	Überprüfe deine Lösung anhand der Musterlösung.
	• nach einem Beispiel fragen	Hast du ein Beispiel, das die anderen herausfordert?
Verallgemeinern	• eine Verallgemeinerung anregen • Verallgemeinerbarkeiten untersuchen lassen	Welche allgemeine Schlussfolgerung können wir daraus ziehen? Ist das immer der Fall? Wann ist das noch der Fall?
Vertiefen	• nach alternativen Lösungen fragen	Hättest du es auch anders machen können?
	• die Effizienz der Aufgabenbearbeitung erhöhen lassen	Versuche herauszufinden, wie du die Aufgabe noch leichter lösen kannst.
	• den Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau heben lassen	Versuche in deine Aussage die Fachbegriffe „parallel" und „windschief" einzubauen.
Begründen	• Begründungen einfordern	Warum ist das etwas Neues? Warum kannst du nicht mit deinem bisherigen Vorgehen weitermachen?
	• eine Erklärung einfordern	Erkläre mir, warum du mit deinem bisherigen Vorgehen nicht weitermachen kannst.

	Ansatz für einen Impuls	Beispielimpuls(e)
Reflektieren	• zur Reflexion anregen	Woran kannst du überprüfen, ob deine Lösung stimmt?
	• den singulären Standort darstellen lassen	Was ist für dich ein Zehntel? Wie stehst du zu der Aussage? Was ist deine Position dazu? Nenne mir zwei Additionsaufgaben, eine leichte und eine schwierige.
Bewerten	• Ergebnissen / Regeln / Aussagen hinterfragen	Was müsste die Situation erfüllen, damit deine Aussage stimmt? Wann dürfen wir diese Regel anwenden?
	• eine alternative Lösung / Behauptung zur Diskussion stellen	Nimm Stellung zu folgender Aussage: Eine antiproportionale Zuordnung ist eine proportionale Zuordnung mit negativer Steigung.

Tab. 3.9: Impulskatalog (Kurzversion)

3.3.7 Qualitätskriterien von Impulsen

Zur Verbesserung der Impulsgebung ist es sinnvoll, Qualitätskriterien zu identifizieren, anhand derer sich ein Impuls beurteilen lässt. Die Kriterien bieten Anhaltspunkte für die Einschätzung, in welcher Hinsicht ein Impuls als gelungen oder weniger gelungen angesehen werden kann. In diesem Abschnitt werden daher induktiv Qualitätskriterien von Impulsen aus der Literatur abgeleitet. Es handelt sich dabei um Qualitätskriterien aus Sicht der Lehrperson und mit Blick auf die Verbesserung von Lehr-Lern-Prozessen. Was Lernende unter einem guten Impuls verstehen wird dabei weniger in den Blick genommen.

Der Zusammenhang zwischen der Impulsgebung und dem Problemlösen ist bereits an mehreren Stellen deutlich geworden. Auch hier wird er sich wieder als fruchtbar erweisen. Erfolgreiches Lehren in Pólyas Sinne kommt zustande, wenn drei Prinzipien beachtet werden:

(1) maximale Aktivierung: „Man lasse die Schüler selbst so viel, wie unter den gegebenen Umständen irgend tunlich ist, entdecken“ (a. a. O., S. 159).
(2) Maximale Motivierung: „Es ist unsere Pflicht als Lehrer, …, den Schüler davon zu überzeugen, …, dass die Aufgabe, die er lösen soll, seinen Einsatz verdient“ (a. a. O., S. 160).
(3) Beachtung der Phasenfolge bei der Lösung von Nichtroutine-Aufgaben. (Winter 2016, S. 223).

Diese Prinzipien fließen in die in diesem Abschnitt vorgestellten Qualitätskriterien eines Impulses mit ein, wobei sich die Berücksichtigung der Phasenfolge beim Problemlösen in der Beschreibung des Impulsgebungsprozesses wiederfindet (s. Abschnitt 3.1.3).

Auf der Grundlage des Konzepts des Dialogischen Lernens wurden in einer früheren Arbeit bereits sieben Qualitätskriterien von Impulsen abgeleitet (Ansteeg und Heitzer 2024, S. 15 f.). Sie werden im Folgenden benannt und anschließend näher vorgestellt. Dabei ist zu beachten, dass der Kriterienkatalog nicht zwingend vollständig und die einzelnen Kriterien nicht immer schnittmengenfrei sind.

Ein guter Impuls …

- ist leicht verständlich und für die Lernenden angemessen formuliert. (**Verständlichkeit**)
- knüpft an die Vorstellungen und Konzepte der Lernenden an, auch wenn diese nicht konsistent sind oder Fehler beinhalten. (**Anknüpfen**)
- führt die Lernenden unmittelbar in die Produktion und damit in das selbstständige Erkunden der Inhalte (zurück). (**Produktion**)
- ist von angemessener Intensität. (**Intensität**)
- stellt das Verständnis gegenüber dem Ergebnis in den Vordergrund und ist damit nachhaltig angelegt. (**Nachhaltigkeit**)
- ist achtsam gegenüber den Schülerressourcen. (**Achtsamkeit**)
- ermöglicht den Lernenden, ihren Stand im Lernprozess bzw. die Korrektheit ihres Beitrags einzuschätzen. (**Rückmeldung**)

3.3.7.1 Verständlichkeit

Hierbei handelt es sich um ein sehr grundlegendes Merkmal und es leuchtet schnell ein, dass dieses notwendig ist: Wenn die Lernenden den Impuls nicht verstehen, können sie ihm nicht folgen. Bei der Formulierung sollte neben dem Einsatz von Fachbegriffen auch auf eine den Lernenden angemessene Ausdrucksweise geachtet werden. Jüngere Lernende können Ironie oder provozierende Aussagen zum Beispiel nicht so leicht einordnen.

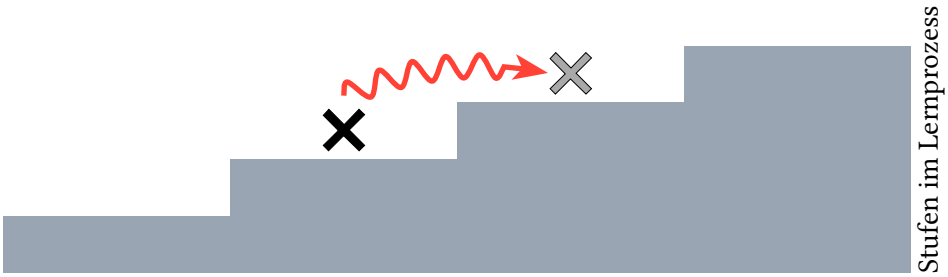


Abb. 3.7: Darstellung eines unverständlich formulierten Impulses

In Abb. 3.7 ist ein unverständlich formulierter Impuls dargestellt. Dabei ist anzumerken, dass der Impuls in der Abbildung trotz seiner Umständlichkeiten zum Erreichen der nächsten Stufe führt, was bei einer unverständlichen Formulierung in der Regel nicht der Fall ist. Beim Kriterium der Verständlichkeit ist die Spannbreite sehr groß:

Von einem umständlich oder unsauber formulierten Impuls, der dennoch zielführend sein kann, bis zu einem völlig unverständlichen Impuls, der keine Reaktionen bei den Lernenden mehr hervorruft, sind bei diesem Kriterium viele Abstufungen möglich.

3.3.7.2 Anknüpfen

Für die Schülerin oder den Schüler sollte ersichtlich werden, dass die Lehrperson ihren oder seinen Beitrag wahrgenommen hat und ihn als Grundlage für die Weiterarbeit nutzt. Es reicht nicht aus, den Lernendenbeitrag als Anlass zu nehmen, um mit einem Impuls zu intervenieren, denn damit ist nicht sichergestellt, dass ein Bezug zwischen dem Impuls und den bisherigen Ideen aus dem Beitrag hergestellt werden kann. Für das Lernen ist es jedoch wesentlich, Inhalte miteinander zu vernetzen und Ideen weiterzudenken, um zu einem tieferen Verständnis der Inhalte zu gelangen (Kuntze 2012, S. 2). Wenn immer neue Aspekte eingebracht werden, ohne sie sinnvoll miteinander zu verbinden, kann kein nachhaltiges Netz aufgebaut werden. Darüber hinaus sollte ein Impuls nicht nur an die Ideen der Lernenden anknüpfen, sondern auch auf ihren Stand im Lernprozess angepasst sein. Das Anknüpfen kann daher auch mit der Adaptivität verglichen werden, die eine wichtige Eigenschaft des Scaffolding-Ansatzes darstellt (Pol und Elbers 2013, S. 34). Damit ist gemeint, dass die Lernenden gerade so viel Unterstützung erhalten, wie sie zum Erreichen der nächsten Entwicklungs- bzw. Lernstufe benötigen.

Das Anknüpfen an den konkreten Lernendenbeitrag ist neben diesen didaktischen Gründen auch aus lernpsychologischer Sicht von Bedeutung: Wenn die Lernenden erkennen, dass mit ihren Beiträgen weitergearbeitet wird, fühlen sie sich ernst genommen, wertgeschätzt und sind motivierter.

Abb. 3.8: Darstellung eines unterfordernden Impulses

Abb. 3.8 zeigt einen unterfordernden Impuls aufgrund eines nicht korrekt eingeschätzten Lernstandes. Die Lehrperson ist davon ausgegangen, dass sich die bzw. der Lernende auf der ersten Stufe im Lernprozess befindet und gibt einen entsprechenden Impuls. Dieser kann jedoch nicht weiterführen, da sich die bzw. der Lernende bereits auf der zweiten Stufe befindet.

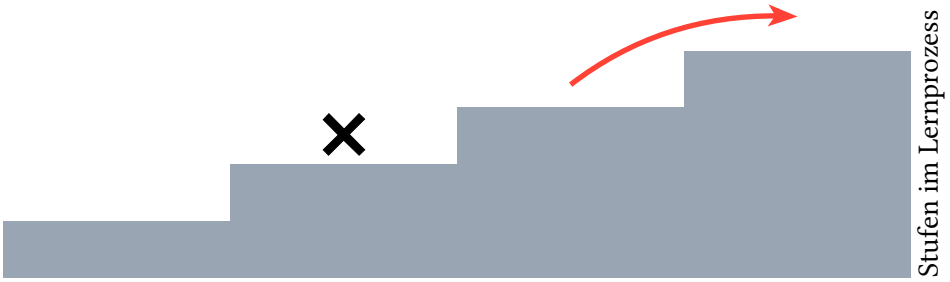


Abb. 3.9: Darstellung eines überfordernden Impulses

Ein überfordernder Impuls ist in Abb. 3.9 dargestellt. Der Impuls ist nicht passend und führt zu einer Überforderung, da der Lernstand als zu hoch eingestuft wurde. Die bzw. der Lernende kann mit dem Impuls nichts anfangen und daher auch keinen Lernfortschritt verzeichnen.

Die beiden Beispiele für unpassende Impulse verdeutlichen die Relevanz der guten Einschätzung des Lernstandes und führen vor Augen, wie schnell es dazu kommen kann, dass die Impulsgebung nicht zum gewünschten Ziel führt.

3.3.7.3 Produktion

Einen Produktionsschwung auszulösen bedeutet nicht nur, dass die Lernenden tätig werden. Das werden sie z. B. auch, wenn sie beschreiben sollen, was sie ohnehin schon wissen. Das Erklären der eigenen Ideen in einer einfachen Art und Weise kann Lernenden dazu verhelfen, Fehler zu erkennen oder eine Blockade zu beheben, indem sie sich im Laufe des Erklärprozesses klarer über ihre Gedanken werden und ihnen neue Ansätze aufkommen (Mason et al. 2010, S. 103 f.). Dies wiederum führt zur Produktion. Bei der Produktion geht es darum, Inhalte selbst einsehen, erkunden und begreifen zu lassen. Hier lässt sich das zuvor erwähnte Prinzip der maximalen Aktivierung nach Pólya wiederfinden.

Das Einsehen eines Fehlers ist nicht zwingend erforderlich, damit die Lernenden in einen neuen Produktionsschwung gelangen. Auch bei korrekten Antworten lohnen sich Impulse, die das Verständnis der Inhalte vertiefen. Mason et al. (2010, S. 39 ff.) betrachten Inhalte erst dann als verstanden, wenn sie in einem weiteren Kontext gesehen werden können und empfehlen beispielsweise, bestimmte Voraussetzungen zu verändern und in einer Reflexionsphase zu überlegen, welche analogen Fragen auf eine ähnliche Weise gelöst werden können. Wichtig für den Produktionsschwung ist, dass die Lernenden einen Ansatz oder eine Idee haben, wie sie weiterkommen können. Ob die Idee die richtige ist, ist nicht entscheidend. Denn beim Mathematiktreiben kann nicht immer sofort die richtige Idee auf dem Tisch liegen. Das Lernfeld zu erkunden, sich auch Abgrenzungswissen anzueignen, ist in jedem Fall förderlich.

3.3.7.4 Intensität

Die Intensität drückt aus, wie weit der Impuls inhaltlich trägt, also wie weit die Lernenden im Lernprozess voranschreiten. Sie kann auch über das Maß an Learning Output beschrieben werden. Wenn die Intensität des Impulses zu hoch ist, kann es passieren, dass wichtige Erfahrungen im Lernprozess ausgelassen werden. Dies ist in Abbildung Abb. 3.10 dargestellt. Das Überspringen von Lernstufen fällt nicht immer direkt auf, da die Inhalte einer höheren Stufe vermeintlich beherrscht werden. Wird das Verständnis der Inhalte dann durch Impulse abgefragt, werden Verständnislücken sichtbar. Das kann zum Beispiel der Fall sein, wenn die einzelnen Schritte eines Verfahrens beschrieben werden, ohne dass auf den Verständnisaufbau der dahinterliegenden Zusammenhänge geachtet wird.

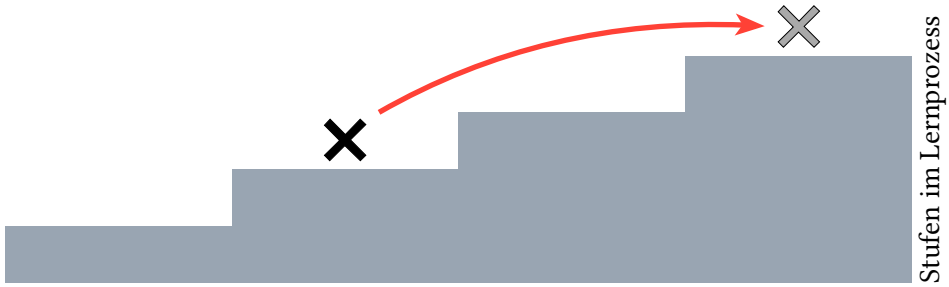


Abb. 3.10: Darstellung eines Impulses mit sehr hoher Intensität

Wenn die Intensität eines Impulses hingegen zu niedrig ist, wird die Notwendigkeit eines Folgeimpulses wahrscheinlich. Der Impuls reicht dann nicht sehr weit, wie es in Abbildung Abb. 3.11 dargestellt ist.

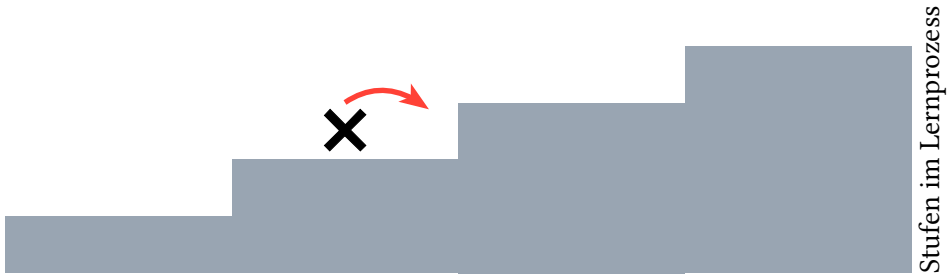


Abb. 3.11: Darstellung eines Impulses mit sehr geringer Intensität

Bei schwächeren Lernenden wird die Tendenz größer sein, auf Impulse geringerer Intensität zurückzugreifen, um Überforderungen zu vermeiden. Damit kann jedoch auch provoziert werden, dass sich die Lernenden als weniger selbstwirksam empfinden, weil ihnen weniger zugetraut wird und sie schneller wieder einen erneuten Impuls benötigen. Es empfiehlt sich daher, bei Lernenden aller Leistungsstärken immer wieder auch herausfordernde Impulse zu stellen.

3.3.7.5 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit meint hier die langfristige Verfügbarkeit des Gelernten. Es soll langfristig anwendbar sein. Damit geht einher, dass bei der Impulsgebung das Verstehen der Inhalte wichtiger ist, als dass die Lernenden am Ende das korrekte Ergebnis auf dem Papier stehen haben. Wenn die Lehrperson z. B. eine Lösung erklärt, obwohl die Möglichkeit besteht, dass die Lernenden selbst zu ihr finden, untergräbt dies das lösungsorientierte Denken der Lernenden und steht nicht in Einklang mit der Idee des Scaffolding (Hermkes et al. 2018, S. 150). So werden zum Beispiel Erklärungen wahrscheinlich nicht so nachhaltig sein wie durch die Lernenden eigenständig durchgeführte Erkundungen.

3.3.7.6 Achtsamkeit

Sowohl im Hinblick auf die Ressourcen der Lehrpersonen als auch der Lernenden ist Achtsamkeit geboten. Das bedeutet u. a., dass ein Impuls bei möglichst geringem Zeitaufwand für die Lernenden einen möglichst hohen inhaltlichen Fortschritt erzielen sollte. Nach dem Konzept des Scaffolding sollte ein Impuls eine „zugeschnittene" Unterstützung bieten, die weder zu instruierend ist und dadurch die Aktivitäten der Wissenskonstruktion der Lernenden missachtet, noch zu minimal ist, sodass die Lernenden sie als unzufriedenstellend empfinden (Hermkes et al. 2018, S. 147 f.). Es ist zu beachten, dass Impulse auch Störfaktoren sein können, sie sind daher mit Bedacht zu wählen. Auch in Bezug auf die Schüleremotionen ist Achtsamkeit geboten: Auf einen Fehler hingewiesen zu werden ist zunächst nicht schön und es sollte behutsam eingeleitet werden.

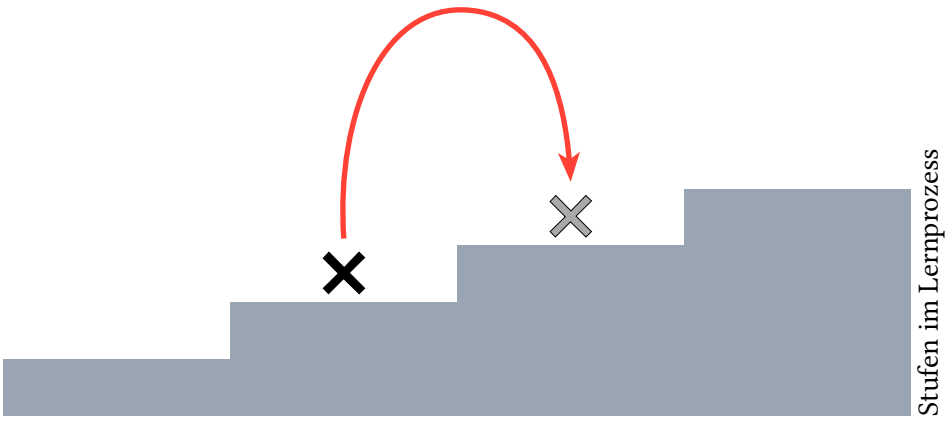


Abb. 3.12: Darstellung eines wenig effizienten Impulses

In Abb. 3.12 ist ein Impuls zu sehen, der wenig effizient ist. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Impuls nur mit einem großen Umweg zum Erreichen der nächsten Lernstufe führt. Solche Impulse entstehen beispielsweise dann, wenn den Lernenden ein zeitlich sehr umfangreicher Auftrag gegeben wird, der am Ende keinen großen Ertrag bringt bzw. nicht im Verhältnis dazu steht. Es ist gut nachvollziehbar, wenn

den Lernenden bei einer Häufung solcher Impulse die Freude an der Weiterarbeit etwas verlorengeht. Hier kann das Prinzip der maximalen Motivation ansetzen: Wenn die Lehrperson Impulse setzt, die zeigen, dass sich der volle Einsatz lohnt, werden gleichzeitig die Ressourcen der Lernenden angemessen in Anspruch genommen und eine gute Grundlage für ein motiviertes Reagieren auf die Impulse geschaffen.

3.3.7.7 Rückmeldung

Den Lernenden sollte die Möglichkeit gegeben werden, ihren aktuellen Stand im Lernprozess abzuschätzen. Die Rückmeldung dazu kann teilweise indirekt geschehen, beispielsweise bei einer Schlussfolgerung durch die Lehrperson, die offensichtlich nicht stimmen kann. („Dann würde das Flugzeug unterhalb der Erdoberfläche landen“). Aus einer direkten Rückmeldung geht für die Lernenden sofort hervor, ob ihre bisherige Bearbeitung korrekt ist („Das ist noch nicht ganz richtig. Teste mal, ob du…“). Wird den Lernenden bei der Impulsgebung nicht gespiegelt, wo sie stehen, kann dies zu Verwirrungen und Frustrationen führen, insbesondere wenn der Impuls zur Vertiefung der Inhalte und nicht zur Korrektur genutzt wird. Eine Rückmeldung kann motivieren, wenn sie die Lernenden die eigene Kompetenz erleben lässt.

Es ist leicht ersichtlich, dass die Kriterien einen hohen Anspruch an einen guten Impuls vorgeben. Es erscheint nicht realistisch, mit einem Impuls gleichzeitig alle Kriterien erfüllen zu können. Dies ist aber auch nicht notwendig. Wichtig ist, dass den Lehrpersonen bewusst ist, welches Ziel sie mit ihren Impulsen verfolgen und welche Aspekte dabei eine Rolle spielen. Und dafür ist es hilfreich, sich die Stärken und Schwächen eines Impulses anhand der Qualitätskriterien vor Augen zu führen, die recht konkrete Hinweise zur Verbesserung der Impulsgebung liefern können (s. Ansteeg und Heitzer 2024, S. 16 ff.). Dass die Kriterien praktikabel genug sind, um Lehrpersonen bei einem reflektierten Einsatz von Impulsen zu unterstützen, indem sie Anhaltspunkte offenlegen, an denen sie sich bei der Impulsgebung und der zugehörigen Reflexion orientieren können, wird anhand von Fallbeispielen in Kapitel 4 gezeigt.

3.4 Übergeordnete Lernziele zur Impulsgebung

Unter Rückgriff auf die theoretische Fundierung zur Impulsgebung lassen sich übergeordnete Lernziele zur mathematikspezifischen Impulsgebung ableiten. Diese Lernziele beschreiben, was eine Lehrperson für eine gelingende Impulsgebung möglichst mitbringen sollte. Es handelt sich dabei um Fähigkeiten, die rund um die

Impulsgebung erstrebenswert sind. Die Lernziele sind nicht als Vorschrift zu verstehen, wie eine Lehrperson bei ihrer Impulsgebung vorzugehen hat. Sie bilden eher die Idealvorstellung einer Lehrperson ab, die beste Voraussetzungen für gute Impulse in ihrem Unterricht mitbringt. Einschränkend ist jedoch festzuhalten, dass es sich bei der Impulsgebung um ein höchst situatives Vorgehen handelt und daher keine konstanten Leistungen und Ergebnisse zu erwarten sind. Die Chancen, dass eine Lehrperson einen guten Impuls setzen kann, lassen sich zwar mit den im Rahmen der Lernziele beschriebenen Fähigkeiten begünstigen. Sie geben jedoch keine Garantie, dass durch die Erfüllung der Lernziele stets gute Impulse gelingen. Es wurde bereits betont, dass die Arbeit an der Impulsgebung als langfristige Aufgabe zu sehen ist, was sich auch in den Lernzielen wiederfindet. Insgesamt können die in Tab. 3.10 aufgeführten elf Lernziele differenziert werden.

Ebene	Lernziel	
	Die Lehrperson…	
Bezogen auf den Lernprozess	(1)	ist sich der Bedeutung von Impulsen für den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler bewusst.
	(2)	ist bei ihrer Impulsgebung offen für neue Anregungen und probiert in regelmäßigen Abständen Neues aus.
	(3)	reflektiert regelmäßig die eigene Impulsgebung auf der Grundlage von Eigen- oder Fremdbeobachtungen und anhand zuvor festgelegter Kriterien sowie unter Berücksichtigung möglicher Einflussfaktoren auf die jeweilige Impulsgebungssituation.
	(4)	versteht die Arbeit an der Impulsgebung als eine langfristige Aufgabe, an der sie wiederkehrend arbeitet.
Bezogen auf den Impulsgebungsprozess	(5)	hört den Lernenden aktiv zu und versucht, sich in die Sichtweisen der Lernenden hineinzuversetzen, um ihre Gedankengänge nachzuvollziehen und ihren Stand im Lernprozess zu identifizieren.
	(6)	entscheidet sich bewusst für oder gegen das Setzen eines Impulses.
	(7)	legt vor dem Setzen eines Impulses gedanklich ein Ziel für diesen fest.
	(8)	kennt bei der Impulsgebung richtungsweisende Leitgedanken wie die kognitive Aktivierung oder das Veranlassen von Eigenaktivität und kann einzelne beim konkreten Setzen eines Impulses bewusst verfolgen.

Ebene	Lernziel	
	(9)	schätzt bei der Wahl eines Impulses ab, welche Tätigkeit sie damit auf Lernendenseite auslöst und welchem kognitiven Anspruch diese zuzuordnen ist.
	(10)	verfügt über ein gewisses Repertoire an Impulsansätzen, aus dem sie bewusst und an die Lernenden angepasst wählen kann.
	(11)	kennt Qualitätsmerkmale von Impulsen und strebt einzelne beim konkreten Setzen eines Impulses situationsangemessen an.

Tab. 3.10: Übergeordnete Lernziele zur Impulsgebung

Die ersten vier Lernziele beschreiben die Sensibilisierung für die Thematik sowie die allgemeine Herangehensweise an die Impulsgebung. Sie sind Voraussetzung dafür, dass eine Lehrperson ihre Fähigkeiten im Bereich der Impulsgebung voll entfalten kann. Die Lernziele (5)-(11) beziehen sich auf den Prozess der Impulsgebung und können an ihm entlang nachvollzogen werden. Außerdem spiegeln sich in den einzelnen Zielen die Theorieelemente des vorliegenden Kapitels wider.

3.5 Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung

Ausgehend von den Anknüpfungspunkten für die Arbeit an der Impulsgebung (Abschnitt 3.3) und den übergeordneten Zielen (Abschnitt 3.4) werden in diesem Abschnitt Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung formuliert. Sie richten sich insbesondere an Lehrpersonen, die ihre Impulsgebung verbessern möchten. An dieser Stelle sollen zusammenfassend geeignete Vorgehensweisen dazu darstellt werden. Als Voraussetzung sei die Lektüre von Kapitel 3 empfohlen. In Kapitel 4 konkretisieren sich einige der Anregungen anhand von Beispielen. Die Anregungen sind entlang der Kapitel der vorliegenden Arbeit formuliert. Es wird bei den Anregungen auf den jeweiligen Abschnitt hingewiesen, auf den sich die Empfehlung bezieht.

Die Anregungen setzen stark auf die Reflexionsfähigkeit der Lehrpersonen. Es wird davon ausgegangen, dass sie in der Lage sind, die Auswirkungen der Veränderungen in ihrem Handeln abzuschätzen und gewinnbringende Elemente in ihren Unterricht zu integrieren. Da eine Lehrperson jedoch nicht gleichzeitig an verschiedenen Aspekten der Impulsgebung arbeiten kann und sollte, sind die einzelnen Anregungen so formuliert, dass sie jeweils nur einzelne Anknüpfungspunkte zur Arbeit an der Impulsgebung fokussieren.

Die Reihenfolge der empfohlenen Schritte ist nicht zwingend einzuhalten, auch wenn ein erstes Durchlaufen nach der Reihenfolge sinnvoll erscheint. Wenn alle Schritte einmal durchgeführt worden sind, lassen sich die meisten von ihnen auch unabhänig voneinander vollziehen, sodass die Lehrperson gezielt Schwerpunkte setzen kann. Außerdem sei angemerkt, dass sich die Anregungen nicht zwingend auf eine Unterrichtsstunde beschränken. Es ist durchaus sinnvoll, sich mehrere Stunden auf einen Schritt zu konzentrieren, um die Auswirkungen auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler besser wahrnehmen zu können.

Insgesamt können die folgenden zehn Anregungen ausgesprochen werden:

Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung

(1) Überlegen Sie während des Unterrichts bei einzelnen Ihrer Impulse, welche Einflussfaktoren auf sie gewirkt haben könnten. Reflektieren Sie, inwiefern Sie um die Einflussfaktoren auf Ihre Impulsgebung wissen und in der Lage sind, sie zu berücksichtigen. (→ Abschnitt 3.2)

(2) Beobachten Sie sich selbst und die Lernenden im Unterricht: Welche Tätigkeiten regen Sie mit Ihren Impulsen schwerpunktmäßig an? Reflektieren Sie, inwiefern die Tätigkeiten zum Bild der Mathematik passen, das Sie vermitteln möchten. (→ Abschnitt 3.3.3)

(3) Nehmen Sie sich vorbereitend auf eine Unterrichtsstunde einen Lerninhalt oder eine konkrete, recht zentrale Aufgabe zur Hand und identifizieren Sie hierzu Lernstufen. Reflektieren Sie den Anspruch des Lerninhalts bzw. der Aufgabe. (→ Abschnitt 4.1)

(4) Formulieren Sie Impulse zum Überprüfen oder zum Erreichen der identifizierten Lernstufen. Reflektieren Sie den Einfluss des Ziels eines Impulses auf die Impulsgebung. (→ Abschnitt 4.2.2)

(5) Versuchen Sie die vorformulierten Impulse während einer Unterrichtsstunde als Orientierung für Ihre Impulsgebung zu nutzen, wobei Sie natürlich dennoch offen agieren können. Reflektieren Sie, inwiefern es Ihnen dadurch leichter gefallen ist, einen passenden Impuls zu formulieren. (→ Abschnitt 4.2)

(6) Wählen Sie zwei bis drei Ansätze aus dem Impulskatalog aus und setzen Sie sie je nach Passung vermehrt im Unterricht ein. Reflektieren Sie die Auswirkungen auf die Lernprozesse sowie die unmittelbar oder längerfristigen Veränderungen in der Kommunikation zwischen Ihnen und den Lernenden. (→ Abschnitt 3.3.4 und Abschnitt 3.3.6)

(7) Nehmen Sie sich ein Qualitätskriterium von Impulsen bewusst vor und setzen Sie es in Ihrem Unterricht verstärkt um. Reflektieren Sie die Umsetzung Ihres Anspruchs und die Auswirkungen auf das Lernendenverhalten. (→ Abschnitt 3.3.7)

(8) Entscheiden Sie sich für ein bis zwei Leitgedanken zur Impulsgebung, die sie schwerpunktmäßig in Ihrem Unterricht verfolgen. Reflektieren Sie die Auswirkungen auf Ihre Impulse sowie auf die ausgelösten Lernprozesse. Gibt es Situationen, in denen Sie besser nicht mit einem Impuls interveniert hätten? (→ Abschnitt 3.3.2)

(9) Setzen Sie sich für eine Unterrichtsstunde ein konkretes Ziel in Bezug auf Ihre Impulsgebung, z. B. in Anlehnung an einen der vorherigen Schritte. Lassen Sie sich bei der Umsetzung nach Möglichkeit beobachten. Die beobachtende Person sollte das Ziel kennen und idealerweise selbst über Grundkenntnisse zur Impulsgebung verfügen. Reflektieren Sie gemeinsam die Zielerreichung sowie Verbesserungsmöglichkeiten. (→ Anhang C.1.8)

(10) Setzen Sie sich ein langfristiges Ziel in Bezug auf Ihre Impulsgebung, das Sie für einen festgelegten Zeitraum verfolgen möchten. Dies könnte z. B. die Erweiterung Ihres Repertoires an Impulsansätzen oder das Verfolgen eines spezifischen Leitgedankens bei der Impulsgebung sein. Reflektieren Sie nach Ablauf des Zeitraums die Zielerreichung sowie die daraus resultierenden Veränderungen.

Die empfohlenen Schritte lassen bereits erahnen, dass die Arbeit an der Impulsgebung nicht nur aufwändig und langfristig ist, sondern auch sehr herausfordernd sein kann. Es bedarf sicherlich einer gewissen Portion Mut, sich dieser Herausforderung zu stellen. Darüber hinaus kann es durchaus frustrieren, wenn sich nicht direkt Erfolge einstellen. Hier sei an die Geduld der Lehrpersonen appelliert. Sie sollten nicht nur mit sich selbst gedulig sein und sich Zeit geben, um an ihrer Impulsgebung zu arbeiten. Sondern sie sollten auch Geduld haben mit den Lernenden. Im Rahmen der Beschreibung der Einflussfaktoren auf die Impulsgebung (Abschnitt 3.2) wurde deutlich, dass die Wirkung eines Impulses auch davon abhängt, ob die Lernenden mit dem Stil der Lehrperson vertraut sind. Wenn die Lehrperson also plötzlich ganz andere Ansätze wählt, sollte sie nicht von den Lernenden erwarten, dass sie direkt in der Lage sind, sie umzusetzen.

Des Weiteren ist Geduld auch bei der Impulsgebung selbst gefragt: Die Lehrperson sollte Impulse bedacht wählen und neben dem Abwägen eines Impulses auch überlegen, wie schnell sie in den Lernprozess eingreift.

Um die Komplexität der Impulsgebung etwas herunterzubrechen, kann es auch mal ergiebig sein, sich einen bewusst schlechten Impuls zu überlegen und diesen anhand der Qualitätskriterien (Abschnitt 3.3.7) zu beurteilen. Vermutlich lässt sich dann feststellen, dass der Impuls trotzdem positive Seiten hat und es gar nicht so leicht ist, einen schlechten Impuls zu formulieren. Letztendlich sind es ohnehin die Lernenden, die darüber entscheiden, inwiefern der Impuls sein Ziel erreicht hat.

Wenn die Ansprüche an die Impulsgebung dennoch zu hoch sind, ist außerdem eine Verlagerung ins Schriftliche möglich. Es stellt eine Entschleunigung dar, die insbesondere zu Beginn der Arbeit an der Impulsgebung sinnvoll ist, damit die Lehrperson zu einer gewissen Sicherheit gelangen und sich Zeit für bestimmte Schwerpunkte nehmen kann. Später sollte dann jedoch wieder ins Mündliche gewechselt werden, da die mündliche Impulsgebung einen deutlichen höheren Anteil im Unterricht ausmacht.

Zur Übersicht über die Anregungen werden diese in Abb. 3.13 entlang des Impulsgebungsprozesses dargestellt. Dabei wird der Prozess nicht in die in Abb. 3.4 differenzierten sechs Phasen unterteilt, sondern lediglich in die drei Abschnitte ‚Vor der Impulsgebung', ‚Während der Impulsgebung' und ‚Nach der Impulsgebung'. Die Zuordnung kann allerdings nicht immer eindeutig vorgenommen werden. So beinhaltet die Anregung (9) beispielsweise, dass die Impulsgebung während einer Unterrichtsstunde beobachtet wird und im Anschluss an die Stunde eine Reflexion stattfindet. Damit betrifft sie sowohl die beiden Abschnitte ‚während' als auch ‚nach' der Impulsgebung. Durch die Zuordnung wird jedoch deutlich, dass sich ein Großteil der Empfehlungen auf die Impulsgebung in der konkreten Unterrichtssituation bezieht. Dies ist in der mehrfach angesprochenen hohen Situativität der Impulsgebung begründet. Nichtsdestotrotz lassen sich durchaus Vorbereitungen auf die Impulsgebung treffen, die in der Unterrichtssituation entlastend wirken. Außerdem sollte die Reflexion nicht vernachlässigt werden, um die Impulsgebung anhand konkreter Kriterien zu verbessern.

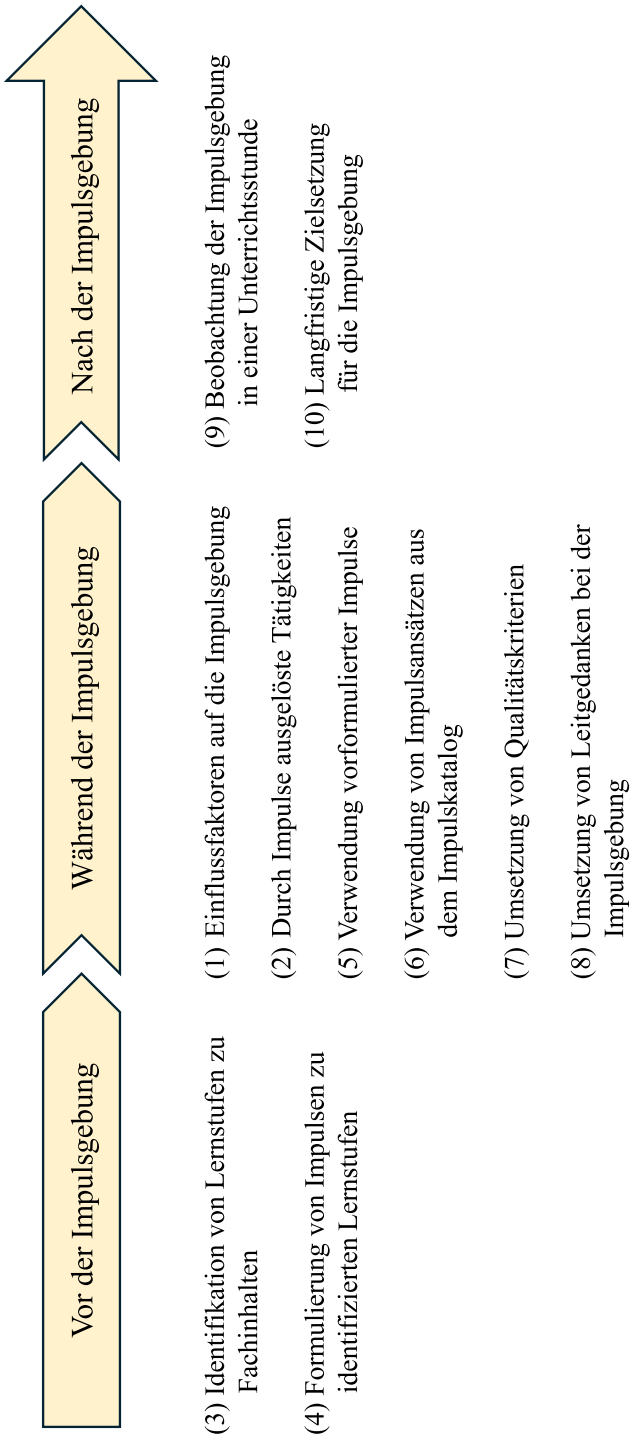


Abb. 3.13: Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung entlang des Impulsgebungsprozesses

3.6 Zusammenfassung

Im Vordergrund von Kapitel 3 stand zunächst die Ausschärfung des Impulsbegriffs. Zur Anschauung der Impulsgebung wurde der **Vergleich mit dem Billardspiel** eröffnet, der sich gut zur Visualisierung der Kernelemente eignet und den Einstieg in die Auseinandersetzung erleichtert. Daran anschließend wurde der **Impuls definiert** als ein *fachlich orientiertes Anknüpfen an einen Lernendenbeitrag mit der Absicht, die Lernende oder den Lernenden möglichst unmittelbar in der eigenständigen Auseinandersetzung mit den Inhalten weiterzubringen.* Dabei wurden die fachliche Orientierung, das Anknüpfen an einen Lernendenbeitrag sowie die eigenständige Auseinandersetzung besonders hervorgehoben. Darüber hinaus wurden **drei Anlässe** für die Impulsgebung herausgestellt: Die Möglichkeit einer fachlichen Vertiefung, das voraussichtliche Stehenbleiben im Lernprozess sowie ein begangener Fehler der Lernenden.

Für die Formulierung und anschließende Reflexion eines Impulses ist es wichtig, das **Ziel des Impulses** festzulegen. Grob können bei den Zielen die Diagnose und der fachliche Fortschritt genannt werden. Ein eher diagnostisch angelegter Impuls soll also vermehrt Einblicke in den aktuellen Stand der Lernenden in ihrem Lernprozess ermöglichen. Auf der anderen Seite kann ein Impuls stärker zum Ziel haben, die Lernenden in ihrem Lernprozess weiterzubringen. Er schließt sich oft an einen diagnostischen Impuls an. Die Ziele eines Impulses schließen sich allerdings nicht gegenseitig aus, sodass ein diagnostisch angelegter Impuls die Lernenden auch zu einer fachlichen Einsicht leiten kann.

Da sich die Impulsgebung nicht nur auf das Setzen eines Impulses beschränkt, wird in der vorliegenden Arbeit von dem **Prozess der Impulsgebung** gesprochen. Dabei werden sechs Phasen unterschieden: Den Ausgangspunkt für den Prozess bildet ein Lernendenbeitrag (1). Diesen ordnet die Lehrperson mithilfe ihrer diagnostischen Kompetenzen ein, sodass sie einen möglichst guten Überblick über den Stand der Schülerin oder des Schülers im Lernprozess hat (2). Auf dieser Grundlage entscheidet sie, ob sie einen Impuls setzen möchte. Falls dies der Falls ist, entwickelt sie diesbezügliche Handlungsoptionen (3). Dazu gehört u. a. das Festlegen eines Ziels für den Impuls, das Auswählen eines Impulsansatzes unter Abwägen der jeweiligen Auswirkungen, der Abgleich zwischen den vorhandenen und den benötigten Ressourcen, das Berücksichtigen von Einflussfaktoren sowie letztlich das Entwerfen einer konkreten Formulierung für den Impuls. Dann wird der eigentliche Impuls gesetzt (4), womit die Impulsgebung allerdings noch nicht endet. Es schließt sich die Lernendenreaktion an, die die Lehrperson abwarten sollte, um zu entscheiden, ob ein erneutes

Eingreifen in den Lernprozess nötig ist und sie z. B. zu einem Folgeimpuls veranlasst (5). Die letzte Phase bildet die Reflexion des Impulses (6). Hierbei wird anhand der Lernendenreaktion reflektiert, inwiefern der Impuls das gewünschte Ziel erreicht hat. Die Reflexion beinhaltet auch das Überlegen von Alternativen und Verbesserungsmöglichkeiten.

Wie bereits erwähnt, spielen die für den Impuls angesetzten Ziele sowie die Motivation der Lernenden eine wesentliche Rolle bei der Impulsgebung. Insgesamt lässt sich eine Reihe von **Einflussfaktoren** beschreiben, die sich auf das Gelingen der Impulsgebung auswirken. Dabei kann zwischen Einflüssen durch die Lehrperson, durch die Lernenden sowie durch die Lernsituation unterschieden werden. Die Lehrperson kann sich der Einflüsse zwar zum Teil bewusst sein (z. B. ihrer eigenen Lernerfahrungen), zum Teil ist es ihr jedoch nicht möglich, sie aufzudecken (z. B. den momentanen Gefühlszustand der Lernenden). Daher ist das Berücksichtigen der Einflussfaktoren nur begrenzt möglich, wobei die hohe Anzahl an Faktoren erschwerend hinzukommt. Es ist jedoch auch nicht schlimm, wenn die Lehrperson nicht auf alle Einflussfaktoren eingehen kann, zumal sich die Faktoren auch gegenseitig überlagern können.

Einige der Einflussfaktoren lassen sich (evtl. mit kleinen Anpassungen) auch auf andere Fachbereiche übertragen. Es gibt allerdings auch eine Reihe von **Besonderheiten mahematikspezifischer Impulse**. Dazu zählt beispielsweise der stringente und sachlogische Aufbau des Fachs Mathematik, der dazu beiträgt, dass ein Auslösen von Selbsterkundungen der Inhalte anhand von Impulsen möglich ist. Auf der anderen Seite führt dieser Aufbau dazu, dass Lücken in den fachlichen Kompetenzen der Lernenden zu großen Schwierigkeiten und damit zu Frustration bei den Schülerinnen und Schülern führen können. Eine Impulsgebung, die auf die Motivation der Lernenden zur eigenständigen Auseinandersetzung mit den Inhalten angewiesen ist, wird damit erschwert, sodass der Drang zur Erklärung von Inhalten begünstigt wird. Erklärungen versetzen die Lernenden jedoch in eine passive Rolle und sollten bewusst eingesetzt werden.

Die Beschreibung der sechs Phasen des Impulsgebungsprozesses lässt seine Komplexität sichtbar werden. Es wird deutlich, dass die Lehrperson für ein fruchtbares Durchlaufen dieses Prozesses einige **Voraussetzungen** mitbringen muss. Allen voran sind ihre fachlichen Kompetenzen gefragt, damit sie die Möglichkeiten für fachliche Erkundungen erkennt, die die Lernendenbeiträge eröffnen. Von nicht geringerer Relevanz sind die fachdidaktischen Kompetenzen, mit denen sie den Lernstand der Schülerinnen und Schüler möglichst treffend einschätzt. Dies ist eine Grundvoraussetzung dafür, dass sie mit ihrem Impuls an die Vorstellungen der Lernenden

anknüpfen kann. Darüber hinaus spielt die Zielklarheit eine wichtige Rolle. Ohne diese kann die Lehrperson weder zielgerichtete Handlungsoptionen entwickeln noch den Impuls im Nachgang angemessen reflektieren. Das Abwägen von Handlungsoptionen setzt wiederum voraus, dass die Lehrperson über ein gewisses Repertoire an Impulsansätzen verfügt. Und schließlich, aber nicht weniger wichtig, sind die Kommunikationskompetenzen der Lehrperson entscheidend. Sie wirken sich auf alle Phasen des Impulsgebungsprozesses aus. Mit ihnen schätzt die Lehrperson die Aussagen der Lernenden ein und sorgt dafür, dass die Verständlichkeit ihres Impulses gewährleistet ist, was eine zentrale Grundlage für das Gelingen eines Impulses darstellt.

Um zu verhindern, dass zu einseitige Impulse gesetzt werden, können **Leitgedanken** bei der Impulsgebung hilfreich sein. Dazu zählen beispielsweise eine herausfordernde und zutrauende Haltung mit Wertschätzung gegenüber den Lernenden, eine Verstehens- und Vorstellungsorientierung sowie eine offene Ausrichtung von Impulsen.

Neben den Leitgedanken gibt es weitere Klassifizierungsmöglichkeiten, die sich für eine Weiterarbeit an der Impulsgebung heranziehen lassen. Dazu zählen die **Tätigkeiten**, die bei den Lernenden mithilfe eines Impulses ausgelöst werden. Diese sind beispielsweise das Vergleichen, das Vernetzen oder das Begründen. Insgesamt werden in der vorliegenden Arbeit 14 Tätigkeiten unterschieden, die ähnlich zu den Taxonomiestufen nach Bloom ihrem kognitiven Anspruch entsprechend eingestuft werden können. Den Tätigkeiten lassen sich wiederum Ansätze zuordnen, die die Lehrperson nutzt, um eine bestimmte Tätigkeit auszulösen. Hierunter fallen zum Beispiel das Zerlegen in Teilschritte, das Anregen zum systematischen Variieren, oder das Einfordern einer Begründung.

Im **Impulskatalog** werden die Tätigkeiten mit den jeweiligen Ansätzen und zugehörigen Beispielimpulsen aufgelistet. Der Katalog bietet Lehrpersonen die Möglichkeit, sich häufig verwendeter Impulsansätze bewusst zu werden oder Anregungen für neue Ansätze mit dem Ziel der Erweiterung ihres Handlungsrepertoires zu erhalten. Er lässt sich also sowohl für den Einsatz in der Lehrkräftefortbildung als auch für die eigenständige Weiterarbeit an der Impulsgebung einsetzen.

Ähnlich sieht es bei den **Qualitätskriterien** von Impulsen aus. Es erscheint weder möglich noch notwendig oder sinnvoll, mit einem Impuls gleichzeitig alle Qualitätskriterien bedienen zu wollen. Wichtig ist vielmehr, dass die Lehrperson grundsätzlich um die Qualitätskriterien weiß und damit einen Anhaltspunkt für die Reflexion ihrer Impulse zur Verfügung hat. Es liegt immer in ihrer Verantwortung und in ihrem Ermessen, abzuwägen, welche Qualitätskriterien gerade Vorrang haben

oder auf welche sie bewusst nicht eingeht. Zu den Qualitätskriterien zählt zum einen die Verständlichkeit als Voraussetzung dafür, dass der Impuls von den Lernenden aufgenommen werden kann. Zum anderen wird das Anküpfen an einen Lernendenbeitrag als Qualitätskriterium formuliert. Es ermöglicht die individuelle Weiterarbeit und transportiert den Lernenden gegenüber außerdem eine gewisse Wertschätzung ihrer Gedanken. Mit dem Kriterium der Produktion wird diese Weiterarbeit auf ein selbstständiges Erkunden der Fachinhalte ausgerichtet. Die Intensität eines Impulses spiegelt wider, wie weit er fachlich trägt und in die Tiefe geht. Die Erfüllung dieses Kriteriums ist durchaus schwierig zu beurteilen, da es stark davon abhängt, was in den Köpfen der Lernenden ausgelöst wird und darüber nur spekuliert werden kann. Ein nachhaltiges Anlegen des Impulses hat die langfristige Verfügbarkeit des Gelernten zum Ziel. Dies impliziert, dass das Verständnis gegenüber dem Ergebnis in den Vordergrund gestellt wird. Ein Impuls erfüllt das Kriterium der Achtsamkeit, wenn er sowohl mit den Ressourcen der Lehrperson als auch der Lernenden behutsam umgeht. Daraus resultiert ein effizientes Vorgehen. Der Impuls sollte die Lernenden beispielsweise nicht in eine lange Rechenaufgabe entlassen, bei der das Ergebnis keine neuen Erkenntnisse hervorbringt. Das Kriterium der Rückmeldung ist nicht zu verwechseln mit der Rückmeldung im Dialogischen Lernen, da Letztere stärker die gesamte Reaktion auf einen Lernendenbeitrag meint. Das Kriterium sieht vor, dass die Lernenden aus dem Impuls einen Rückschluss auf ihren Stand im Lernprozess ziehen können, um ihre Selbstregulation zu fördern, ihre Eigenverantwortung zu erhöhen und Frustration zu vermeiden.

Mit den **übergeordneten Lernzielen zur Impulsgebung** werden die theoretischen Hintergründe abgeschlossen. Sie können als eine Art Zusammenfassung angesehen werden, in denen sich die einzelnen Bestandteile der Impulsgebung widerspiegeln und die zum Ausdruck bringen, welche Eigenschaften und Kompetenzen für eine gelingende Impulsgebung benötigt werden. Da es sich bei der Arbeit an der Impulsgebung um eine langfristige Aufgabe von Lehrpersonen handelt, können durch das konzipierte Seminar nicht alle übergeordneten Lernziele abgedeckt werden. Stattdessen werden jedoch wichtige Grundlagen für die eigenständige Weiterarbeit gelegt, die ein Erreichen aller Ziele bei kontinuierlicher Auseinandersetzung mit der Impulsgebung ermöglichen.

Die **Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung** stellen die Verbindung zu den übergeordneten Lernzielen zur Impulsgebung her. Sie geben konkrete Hinweise, wie Lehrpersonen an die herausfordernde Aufgabe der Impulsgebung herangehen können und wie sie eine Verbesserung in diesem Bereich anstreben können.

Anwendung der Theorieelemente auf unterrichtspraktische Beispiele

4

In diesem Kapitel finden die Grundlagen aus Kapitel 2 und Kapitel 3 ihre Anwendung. Es soll erprobt werden, ob und wie die theoretischen Elemente in der Praxis anwendbar sind. Dazu werden unterrichtspraktische Beispiele und konkrete Fachinhalte betrachtet, die zu großen Teilen im Rahmen der Seminarkonzeption als Übungsmaterial aufbereitet wurden. Die Grundlagen lassen sich teilweise im Impulsgebungsprozess verorten (s. Abschnitt 3.1.3), teilweise gehen sie noch darüber hinaus.

So sollte eine Analyse der im Unterricht behandelten Fachinhalte noch vor dem eigentlichen Lernendenbeitrag stattfinden und ist damit als Vorbereitung auf die Impulsgebung zu sehen. Die Vorbereitung bildet den Fokus von Abschnitt 4.1. Hierzu werden einzelne Fachinhalte herangezogen und im Hinblick auf ihre Voraussetzungen und notwendigen Lernschritte untersucht. Als Ergebnis werden Lernstufen differenziert, die die Anforderungen an die Lernenden zum Vorschein bringen und mit deren Hilfe sich der aktuelle Stand der Schülerinnen und Schüler im Lernprozess besser einschätzen lässt.

Zum Kern des Impulsgebungsprozesses gehören das Einordnen von Lernständen sowie das Formulieren von Impulsen. In Abschnitt 4.2 werden Lernendenbeiträge im Hinblick auf den jeweiligen Lernstand analysiert. Dazu werden die zuvor differenzierten Lernstufen herangezogen und anschließend Anknüpfungsmöglichkeiten für Impulse identifiziert. Auf der Grundlage der eingeordneten Lernstände können Impulse formuliert werden, die das Erreichen der nächsten Lernstufe zum Ziel haben. Hierfür wird in Abschnitt 4.2.2 der Impulskatalog unter Berücksichtigung der Lernstufen beispielhaft angewendet.

In der abschließenden Untersuchung von konkreten Impulsbeispielen wird in Abschnitt 4.3 diskutiert, inwiefern sich die Qualitätskriterien aus Abschnitt 3.3.7 auf Impulse anwenden und zur Beurteilung heranziehen lassen. Ziel ist, dass Lehrperso-

nen anhand der Beurteilung Anhaltspunkte zur Weiterarbeit an ihrer Impulsgebung erhalten.

Für die Arbeit an der Impulsgebung muss die Reihenfolge der Phasen im Impulsgebungsprozess nicht berücksichtigt werden. Im Gegenteil kann es lohnenswert sein, mit der Reflexionsphase und damit der Beurteilung von Impulsen zu beginnen, um sich den eigenen Zielen und Ansprüchen bewusst zu werden. Dies stellt auch die Herangehensweise im konzipierten Seminar dar (s. Abschnitt 5.2.2).

Hinweis: Sofern nicht anders gekennzeichnet, orientieren sich die fachlichen Ausführungen an Benölken et al. (2018, Leitfaden Arithmetik), Büchter und Henn (2010, Elementare Analysis), Ebbinghaus et al. (1988, Zahlen), Forster (2016, Zahlen), Hirn und Weiß (2017, Analysis), Reiss und Schmieder (2014, Zahlentheorie), Schulze-Pillot (2015, Algebra und Zahlentheorie) und Ziegenbalg (2015, Zahlentheorie).

4.1 Identifizieren von Lernstufen zu ausgewählten Fachinhalten

Für eine gelingende Impulsgebung ist wesentlich, dass die Lehrperson den Lernstand der Schülerinnen und Schüler möglichst gut einschätzt (s. Abschnitt 3.3.1 und Abschnitt 3.2.1.2). Bevor sie also einen Impuls geben kann, sollte sie herausfinden, was die bzw. der Lernende bereits verstanden hat und an welcher Stelle Schwierigkeiten oder Möglichkeiten der Vertiefung bestehen. Dafür ist es wichtig, die zu bearbeitenden Inhalte und Aufgaben mit ihren jeweiligen Anforderungen gut zu kennen.

Aus diesem Grund werden im vorliegenden Abschnitt Lernstufen zu Fachinhalten und Aufgaben differenziert. Dabei beschreibt eine Lernstufe Fähigkeiten und Kenntnisse, die die Lernenden im Laufe des Lernprozesses erreichen können. Sie sind nach Möglichkeit so differenziert, dass das Erreichen der nächsten Lernstufe nur gelingen kann, wenn die vorangegangenen Lernstufen erreicht wurden. Dies ist jedoch abhängig von den jeweiligen Inhalten. Die Einordnung von Lernständen mithilfe der Lernstufen ermöglicht es der Lehrperson, den nächsten Schritt im Lernprozess besser abzuschätzen und damit ihre Impulsgebung dem fachlichen Fortschritt entsprechend gezielter auszurichten.

4.1.1 Erweiterung des Stellenwertsystems auf rationale Zahlen

Als erstes Beispiel für die Differenzierung von Lernstufen wird weniger eine einzige Aufgabe vorgestellt als vielmehr unterschiedliche Aufgaben, die zusammen verdeutlichen, was Lernende verstanden haben und können müssen, damit sie korrekt mit

dem Stellenwertsystem bei Dezimalbrüchen umgehen können. Die Aufgaben, die dazu herangezogen werden, sind einer Aufstellung von Heckmann (2007) entnommen und richten sich an die sechste Jahrgangsstufe. Dabei wird die Bruchschreibweise nicht thematisiert. Die Aufstellung dient dazu, das Verständnis zur Erweiterung des Stellenwertes von natürlichen Zahlen auf Dezimalbrüche zu untersuchen. Sie wird hier genutzt, um zunächst zugehörige Teillernziele und anschließend Lernstufen in den Aufgaben zu identifizieren, die für das Verständnis benötigt werden. Die Reihenfolge der Aufgaben entspricht nicht der ursprünglichen Reihenfolge von Heckmann, da das Aufgabenblatt aus zwei Arbeitsblättern zusammengestellt wurde und auch Aufgaben zum Rechnen enthält. An dieser Stelle geht es jedoch nicht um das Rechnen, sondern ausschließlich um das grundsätzliche Verständnis des dezimalen Stellenwertsystems. Insgesamt werden daher nur zehn der 15 Aufgabenstellungen genutzt. Auf die Formulierung der Aufgaben wird hier nicht weiter eingegangen, sondern sie werden direkt aus der Literatur übernommen und nur an wenigen Stellen leicht modifiziert, um Dopplungen zu vermeiden. Darüber hinaus werden nicht immer alle Teilaufgaben abgebildet. Die zehn Aufgaben sind in Abb. 4.1 aufgeführt. Sie sind nach Möglichkeit nach steigendem Anforderungsniveau angeordnet.

Aus den Aufgaben lassen sich direkt oder indirekt Teillernziele ableiten, die zusammen zu einem verständnisorientierten Umgang mit Dezimalbrüchen führen. Wenn sich die Teillernziele direkt aus den Aufgaben ableiten lassen, werden in der nachfolgenden Aufzählung die zugehörigen Aufgaben in Klammern ergänzt. Bei einer indirekten Ableitung ergeben sich die Teillernziele z. B. aus der Umkehrung von Aufgaben aus Abb. 4.1, sodass für die Überprüfung der Lernzielerreichung noch weitere Aufgabentypen ergänzt werden müssten. In diesen Fällen wurde keine Zuordnung zu den Aufgaben vorgenommen. Die folgenden 14 Teillernziele konnten bei der Aufgabenanalyse identifiziert werden:

1. Eine Dezimalzahl korrekt vorlesen. (Aufgabe 1)
2. Eine Zahl in gemischter Schreibweise aus einer Stellenwerttafel angeben.
3. Eine Dezimalzahl aus einer Stellenwerttafel angeben. (Aufgabe 4)
4. Eine Zahl in gemischter Schreibweise in eine Stellenwerttafel eintragen.
5. Eine Dezimalzahl in eine Stellenwerttafel eintragen.
6. Bei einer Dezimalzahl die entsprechende Ziffer zu einem vorgegebenen Stellenwert bestimmen. (Aufgabe 2)
7. Stellenwerte der Wertigkeit der Stellen nach sortieren. (Aufgabe 3)
8. Eine Dezimalzahl in gemischter Schreibweise schreiben.
9. Aus einer Zahl in gemischter Schreibweise eine Dezimalzahl angeben. (Aufgabe 5)

Aufgabe 1
Wie liest du 3,25? Kreuze an.

- dreihundertfünfundzwanzig ○
- drei – Rest – fünfundzwanzig ○
- drei – und – fünfundzwanzig ○
- drei – Komma – fünfundzwanzig ○
- drei – Komma – zwei – fünf ○
- Drei – ein – fünfundzwanzigstel ○
- Ich weiß es nicht. ○

Aufgabe 2
Kreuze an

a) die Zehntel in 7,654 — 7 ,6 5 4 ○○○○

b) die Hundertstel in 7,654 — 7 ,6 5 4 ○○○○

Aufgabe 3
Sortiere die Stellenwerte.

a) 7 E 4 h = _____

b) 8 t 7 z 4 h = _____

c) 6 h 1 z 7 E = _____

Aufgabe 4
Schreibe als „Dezimalzahl“.

...	Z	E	z	h	t	...
a)		1	3			_____
b)	2		7			_____
c)		4		2		_____
d)	3	7			8	_____

Aufgabe 5
Schreibe als „Kommazahl“:

a) 2 Zehntel = _____

b) 5 Hundertstel = _____

c) 2 Einer 3 Zehntel 5 Hundertstel = _____

Aufgabe 6
Kleiner (<), größer (>) oder gleich (=)?

Beispiel: 7 z > 7 h

a) 6 h — 60 z

b) 6 z — 60 h

c) 600 t — 6 E

Aufgabe 7
Wer hat den längsten Schal? Kreuze an.

- Kerstin: 1,25 m ○
- Jonas 1,185 m ○
- Miriam: 1,42 m ○
- David: 1,3 m ○
- Ich weiß es nicht. ○

Aufgabe 8
Kannst du eine „Kommazahl“ angeben, die

a) zwischen 0,5 und 1 liegt? _____

b) zwischen 1,5 und 1,6 liegt? _____

Aufgabe 9
Bündele um und schreibe als „Dezimalzahl“.

Beispiel: 16 z = 1 E 6 z = 1,6

a) 56 h = _____

b) 73 t = _____

c) 80 t = _____

Aufgabe 10

a) 4 E bestehen aus _____ z.

b) _____ z bestehen aus 30 h.

c) 60 t sind das gleiche wie 6 _____.

d) 300 z sind das gleiche wie _____.

e) 5 Z sind _____-mal so groß wie 5 z.

f) 2 _____ sind 100-mal so groß wie 2 t.

Abb. 4.1: Aufgaben zum Stellenwertverständnis bei Dezimalbrüchen

10. Bei zwei Zahlen in gemischter Schreibweise entscheiden, welche die größere ist. (Aufgabe 6)
11. Bei zwei Dezimalzahlen entscheiden, welche die größere ist. (Aufgabe 7)
12. Zu zwei vorgegebenen Dezimalzahlen eine Zahl angeben, die zwischen diesen beiden liegt. (Aufgabe 8)

13. (Um-)Bündelungen vornehmen. (Aufgabe 9)
14. Angeben, um welchen Faktor sich Bündelungen unterscheiden. Konkret: Angeben, aus wie vielen Einheiten eines anderen Stellenwertes die vorgegebene Zahl besteht. (Aufgabe 10)

Auch die Teillernziele sind nach Möglichkeit nach steigendem Anforderungsniveau angeordnet. Dabei ist zu beachten, dass sich der Schwierigkeitsgrad bei jedem Teillernziel deutlich variieren lässt. Beim Eintragen in eine Stellenwerttafel fällt es beispielsweise deutlich leichter, 6 Hundertstel und 2 Zehntel einzutragen, als 60 Hundertstel und zwei Zehntel. Daher ist die Reihenfolge nicht immer eindeutig.

Um die Ansprüche des Übergangs des Stellenwertsystems von natürlichen zu rationalen Zahlen zu verdeutlichen, lohnt sich das Identifizieren von notwendigen Einsichten. Voraussetzung für das Verständnis des Stellenwertsystems bei rationalen Zahlen ist das Verständnis des Stellenwertsystems bei natürlichen Zahlen. Grundsätzlich sind für den Aufbau eines fundierten Stellenwertverständnisses drei Einsichten erforderlich (Mosandl und Sprenger 2015, S. 25):

- Die Stelle einer Ziffer in einer Zahl ist mit einer Wertigkeit verbunden. (Im Dezimalsystem unterscheiden sich die Wertigkeiten der Stellen um Zehnerpotenzen).
- Die Ziffer an einer Stelle gibt die Anzahl an Bündelungen der entsprechenden Wertigkeit an.
- Um den Wert einer Zahl zu bestimmen werden die Ziffern mit der zugehörigen Wertigkeit ihrer Stelle multipliziert und anschließend additiv zusammengesetzt.

Daraus ergibt sich die g-adische Darstellung natürlicher Zahlen:

Sei $g \in \mathbb{N}$, $g \geq 2$. Dann existiert für jedes $\alpha \in \mathbb{N}$ eine eindeutige Darstellung der Form

$$\alpha = a_n \cdot g^n + a_{n-1} \cdot g^{n-1} + ... + a_1 \cdot g^1 + a_0 \cdot g^0 = \sum_{i=0}^{n} a_i g^i$$

mit $a_i \in \{0, 1, ..., g-1\}$ und $a_n \neq 0$. Diese Darstellung heißt die g-adische Darstellung von α oder die Darstellung von α zur Basis g.

Bei der Erweiterung des Stellenwertsystems auf (positive) rationale Zahlen wird das Prinzip der Bündelung nach rechts durch die Entbündelung der Einer-Stelle fortgeführt. Daraus ergibt sich die g-adische Darstellung positiver reller Zahlen:

Sei $g \in \mathbb{N}$, $g \geq 2$. Dann existiert für jedes $\alpha \in \mathbb{R}_0$ eine eindeutige Darstellung der Form

$$\alpha = \lfloor \alpha \rfloor + \sum_{i=1}^{\infty} a_i g^{-i}$$

mit $a_i \in \{0, 1, ..., g-1\}$ und $a_i \in \{0, 1, ..., g-2\}$ für unendlich viele i.

Aus der obigen Darstellung wird besonders deutlich, wie das allgemeine Stellenwertsystem auf dem Stellenwertsystem für natürliche Zahlen aufbaut. Im Prinzip würde es ausreichen, wenn die Lernenden verstehen, wie sich das Stellenwertsystem bei natürlichen Zahlen auf das Stellenwertsystem bei rationalen Zahlen erweitern lässt. Damit könnten sie alle oben genannten Teillernziele erreichen. Sie müssen also „nur“ begreifen, dass sie das dezimale Stellenwertprinzip über das Komma hinweg fortsetzen können.

Diese Erweiterung ist jedoch alles andere als leicht und stellt einige Schülerinnen und Schüler vor große Herausforderungen (Heckmann 2007, S. 45). Eine sehr häufige Fehlvorstellung besteht beispielsweise darin, dass die Dezimalstellen nach dem Komma als natürliche Zahlen betrachtet werden (Heckmann 2007, S. 45). Das Komma trennt dann zwei natürliche Zahlen, sodass für den Größenvergleich von zwei rationalen Zahlen ausschließlich und isoliert die Nachkommastellen betrachtet werden. Beispiel: *1,234 > 1,34, da 234 > 34.

Weiterhin ist festzustellen, dass manche Lernende im Umgang mit rationalen Zahlen mit bis zu zwei Nachkommastellen durchaus erfolgreich sind, während sie mit mehr Nachkommastellen Probleme haben. Die Ursache für das auf zwei Nachkommastellen beschränkte Verständnis kann in entsprechenden Alltagserfahrungen mit Größen gesehen werden: Beim Umgang mit Geldbeträgen oder Längenangaben in Metern werden meist nur die ersten beiden Nachkommastellen benötigt (Heckmann 2007, S. 47). Wenn Lernende ihr Verständnis allein an den Umgang mit Größen knüpfen, können weitere Probleme entstehen. So können sie die Dichte-Eigenschaft der rationalen Zahlen nicht entdecken, weil bei der Beschränkung auf zwei Nachkommastellen wieder eindeutige Vor- und Nachgänger identifiziert werden können (Heckmann 2007, S. 47). Beispiel: *Der Nachfolger von 5,99 ist 6,00 .

Aufgrund der zahlreichen Hürden bei der Erweiterung des Stellenwertsystems auf rationale Zahlen empfiehlt es sich, die für ein tragfähiges Verständnis notwendigen Lernstufen zu identifizieren. Sie können zum Teil aus den oben aufgeführten Teillernzielen abgeleitet werden. Die Differenzierung von Lernstufen erweist sich bei einem allgemeinen Lerninhalt wie dem Verständnis des Stellenwertsystems jedoch als deutlich schwieriger als bei einer konkreten Aufgabe. Abgesehen von den individuellen Herangehensweisen ist bei letzterem die Reihenfolge der Bearbeitungsschritte relativ eindeutig, wie in den nächsten beiden Abschnitten deutlich wird. Dementsprechend fällt es auch leichter, Unterteilungen vorzunehmen. Bei allgemeinen Inhalten können sich einzelne Lernstufen hingegen überschneiden oder gegenseitig bedingen. Dennoch soll hier der Versuch unternommen werden, Lernstufen zu identifizieren:

1. Wissen, dass Zahlen weiterhin als „Ziffern in einem Stellenwertsystem“ notiert werden.
2. Wissen, dass weiterhin das Prinzip der Bündelung in jeweils zehn Teile gilt.
3. Wissen, wie die einzelnen Stellenwerte benannt und abgekürzt werden.
4. Verstehen, dass die Reihenfolge der Stellenwerte weiterhin fest bleiben muss: Nach dem Komma stehen immer an erster Stelle die Zehntel, an zweiter Stelle die Hundertstel usw..
5. Verstehen, dass nach wie vor keine Stellenwerte übersprungen werden dürfen. Die Ziffer Null spielt weiterhin eine elementare Rolle und darf nicht einfach weggelassen oder ergänzt werden.
6. Verstehen, dass sich die Größe eines Stellenwerts nach rechts weiterhin auf ein Zehntel des vorangegangenen Stellenwerts reduziert.
7. Verstehen, dass der Übergang zwischen den Stellenwerten damit gleich bleibt. Die Wertigkeit einer anderen Stelle kann durch Multiplikation mit einer Zehnerpotenz erreicht werden.
8. Verstehen, dass das Komma den Übergang von Einern zu Zehnteln markiert. Bzw. Verstehen, dass es ein Zeichen braucht, um einen Stellenwert zu markieren, weil nun auch Einer entbündelt und in zehn Teile aufgeteilt werden können, sodass die „letzte Ziffer“ nicht mehr zwingend die Einer darstellt.
9. Analysieren, dass keine eindeutigen Vor- und Nachgänger mehr existieren.

Für die Erweiterung des Stellenwertsystems auf rationale Zahlen konnten also insgesamt neun Lernstufen differenziert werden. Mithilfe der Taxonomiestufen nach Bloom, die bereits zur Einschätzung des kognitiven Anspruchs von Impulsen herangezogen wurden (s. Abschnitt 3.3.3), lassen sich die Lernstufen im Hinblick auf ihren kognitiven Anspruch einordnen. Die Einordnung kann in diesem Fall bereits aus der Formulierung der Lernstufen abgelesen werden, da das erste Substantiv auf den kognitiven Anspruch hindeutet. Darüber hinaus wird sie in Abb. 4.2 anschaulich dargestellt.

Es fällt auf, dass die Taxonomiestufen Wissen und Verständnis acht der neun Lernstufen umfassen und damit einen großen Anteil ausmachen. Der Grund dafür kann darin gesehen werden, dass es sich um eine Erweiterung des Stellenwertsystems handelt, für die zwar ein Verständnis des Stellenwertsystem für natürliche Zahlen vorausgesetzt werden kann, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede aber dennoch gewusst und verstanden werden müssen. Dass die Ebene der Anwendung hier nicht repräsentiert ist, ist der Tatsache geschuldet, dass ein allgemeiner Fachinhalt die Basis bildet und nicht eine konkrete Aufgabe. Dementsprechend gibt es auch einen größeren Sprung zur letzten Lernstufe, die der Analyse zugeordnet wurde. Hierbei

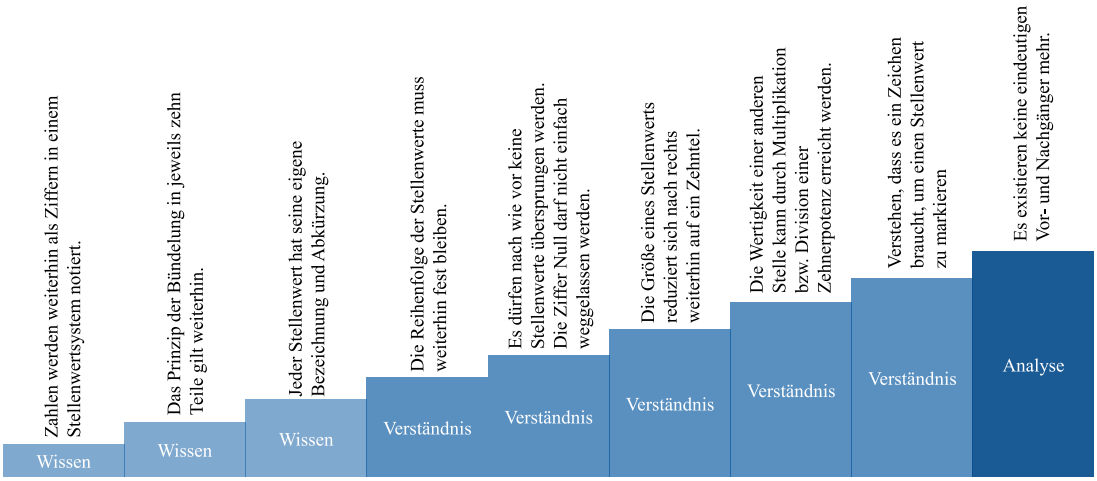


Abb. 4.2: Lernstufen zur Erweiterung des Stellenwertsystems von natürlichen zu rationalen Zahlen

erkennen die Lernenden die Dichte-Eigenschaft der rationalen Zahlen, indem sie entdecken, dass sie keine eindeutigen Vor- und Nachgänger mehr identifizieren können. Die Ebenen der Synthese oder der Beurteilung könnten z. B. erreicht werden, wenn die verschiedenen Sprech- und Schreibweisen thematisiert und dabei Vor- und Nachteile diskutiert werden. Bei der Untersuchung von Dezimalbruchentwicklungen kann außerdem nach Begründungen zur Endlichkeit oder Periodizität gefragt werden. An dieser Stelle waren sie jedoch nicht mehr Teil des untersuchten Inhalts.

Die vorgenommene Differenzierung von Lernstufen macht deutlich, wie komplex Inhalte aus unteren Jahrgangsstufen bereits sein können. Lernstufen zu identifizieren ist eine gute Übung, um nicht nur den Aufbau von Fachinhalten zu untersuchen und ihre einzelnen Bestandteile präzise voneinander abzugrenzen, sondern auch Anknüpfungspunkte für Impulse zu finden. Denn die Lernstufen können zum einen dazu genutzt werden, den Lernstand der Schülerinnen und Schüler im Lernprozess besser einzuschätzen, und zum anderen, den aus fachlicher Sicht nächsten Schritt zu kennen. Damit ist das fachliche Ziel eines Impulses enger abgesteckt und die Lehrperson kann sich mehr darauf fokussieren, einen passenden Impulsansatz zu finden. Die Formulierung von Impulsen auf der Grundlage von identifizierten Lernstufen wird in Abschnitt 4.2.2 unter Verwendung des Impulskatalogs exemplarisch vorgenommen.

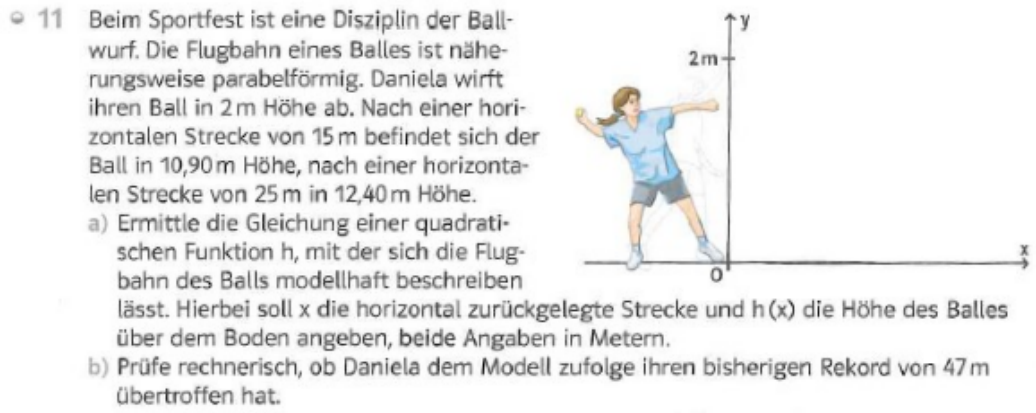
Anmerkung:

Die Differenzierung von inhaltlichen Lernstufen lässt sich vereinfacht auch durch die Lernenden selbst vornehmen. Beispielsweise könnte eine Mindmap, die die Funktion des Kommas darstellt, die Lerninhalte zusammenfassen und übersichtlich zum Vorschein bringen, was die Lernenden verstanden haben. Dabei

ist zu beachten, dass das Anfertigen einer Mindmap mit hohen Ansprüchen an die Lernenden verbunden ist und am Ende einer Reihe verortet werden sollte. Weitere Ausführungen hierzu finden sich in (Ansteeg und Heitzer 2023).

4.1.2 Mathematisieren im Kontext von quadratischen Funktionen

Nachdem zuvor ein Fachinhalt näher auf seine Lernstufen hin untersucht wurde, werden in diesem Abschnitt Lernstufen zu einer Aufgabe identifiziert. Bei der in Abb. 4.3 dargestellten Aufgabe handelt es sich um eine Schulbuchaufgabe aus dem Lambacher Schweizer G8 für die 8. Jahrgangsstufe. Zusammen mit einer Lernendenbearbeitung, die als Videoausschnitt zur Verfügung steht, wurde mit dieser Aufgabe ein Übungsmaterial zur Impulsgebung erstellt. Das Material kann dem Anhang entnommen werden (Anhang C.1.12).



11 Beim Sportfest ist eine Disziplin der Ballwurf. Die Flugbahn eines Balles ist näherungsweise parabelförmig. Daniela wirft ihren Ball in 2 m Höhe ab. Nach einer horizontalen Strecke von 15 m befindet sich der Ball in 10,90 m Höhe, nach einer horizontalen Strecke von 25 m in 12,40 m Höhe.

a) Ermittle die Gleichung einer quadratischen Funktion h, mit der sich die Flugbahn des Balls modellhaft beschreiben lässt. Hierbei soll x die horizontal zurückgelegte Strecke und h(x) die Höhe des Balles über dem Boden angeben, beide Angaben in Metern.

b) Prüfe rechnerisch, ob Daniela dem Modell zufolge ihren bisherigen Rekord von 47 m übertroffen hat.

Abb. 4.3: Aufgabe zu quadratischen Funktionen im Sachkontext, (entnommen aus Giersmehl et al. 2011, S. 210)

Für die Bearbeitung der Aufgabe wird grundlegendes Wissen über quadratische Funktionen und ihre Eigenschaften wie den Verlauf des zugehörigen Graphen benötigt. Weiterhin müssen die Lernenden das Lösen linearer Gleichungssysteme beherrschen. Eine Herausforderung der Aufgabe stellen das Mathematisieren der Informationen aus der Aufgabenstellung sowie das Rückübersetzen der Ergebnisse in den Sachkontext dar. Die Aufgabe besteht aus zwei Teilen, zu denen Lernstufen differenziert werden können:

a)

1. Wissen, dass eine Parabel eine quadratische Funktion z.B. der Form $f(x) = ax^2 + bx + c$ mit $a, b, c \in \mathbb{R}$ ist.
2. Verstehen, wie der Verlauf des Graphen einer quadratischen Funktion ungefähr aussieht.

3. Verstehen, dass mit $f(0)$ der y-Achsenabschnitt ermittelt wird.
4. Verstehen, dass für das Aufstellen der Funktionsgleichung einer quadratischen Funktion z. B. drei Punkte der Funktion benötigt werden (Scheitelpunkt unbekannt).
5. Identifizieren von drei Punkten der Funktion aus der Aufgabenstellung.
6. Aufstellen eines Gleichungssystems mit drei Gleichungen unter Verwendung der drei identifizierten Punkte.
7. Lösen des Gleichungssystems.
8. Nutzen des Ergebnisses zum Aufstellen der Funktionsgleichung.

b)

1. Verstehen, dass der Ball beim bisherigen Rekord nach 47 Metern auf dem Boden angekommen ist.
2. Übersetzen der Information in $f(47) = 0$.
3. Einsetzen von $x = 47$ in die Funktionsgleichung aus a) und Ermittlung des Punktes. / Bestimmen der Nullstellen der Funktion aus a).
4. Interpretieren des Ergebnisses im Sachkontext: Bei positivem y-Wert des ermittelten Punktes übertrifft Daniela den Rekord, bei negativem Ergebnis erreicht sie den Rekord nicht. / Ist der x-Wet der positiven Nullstelle größer als 47, hat sie den Rekord gebrochen.

Insgesamt konnten acht Lernstufen für Aufgabenteil a) und vier Lernstufen für Aufgabenteil b) differenziert werden. Das Wissen und das Verständnis zu Aufbau und Funktionsweise des Koordinatensystems wurden bei der Differenzierung der Lernstufen vorausgesetzt. Die Aufgabe ist sehr eng gestaltet. Dennoch sind alternative Vorgehensweisen möglich. In Aufgabenteil b) wurde bei den letzten beiden Lernstufen jeweils eine Alternative formuliert. Weitere individuelle Lösungswege der Lernenden sind jedoch nicht ausgeschlossen.

Wie bereits zuvor werden die Taxonomiestufen nach Bloom zur Einschätzung des kognitiven Anspruchs der Lernstufen herangezogen. Die Einordnung für Aufgabenteil a) wird in Abb. 4.4 vorgenommen, wobei die Alternativen in der Vorgehensweise nicht berücksichtigt werden.

Die Abbildung macht deutlich, wie vielschichtig die Anforderungen der Aufgabe sind, auch wenn diese zunächst nicht sehr umfangreich erscheint. Der Grund dafür ist insbesondere in der Einbettung in den Sachkontext zu sehen. Trotz der Enge der Aufgabenstellung gibt es immerhin wenige Möglichkeiten, einen individuellen Lösungsweg zu wählen.

Es fällt auf, dass die Taxonomien Verständnis und Anwendung mit jeweils drei Stufen sehr stark repräsentiert sind. Weiterhin ist jeweils lediglich eine Stufe zum

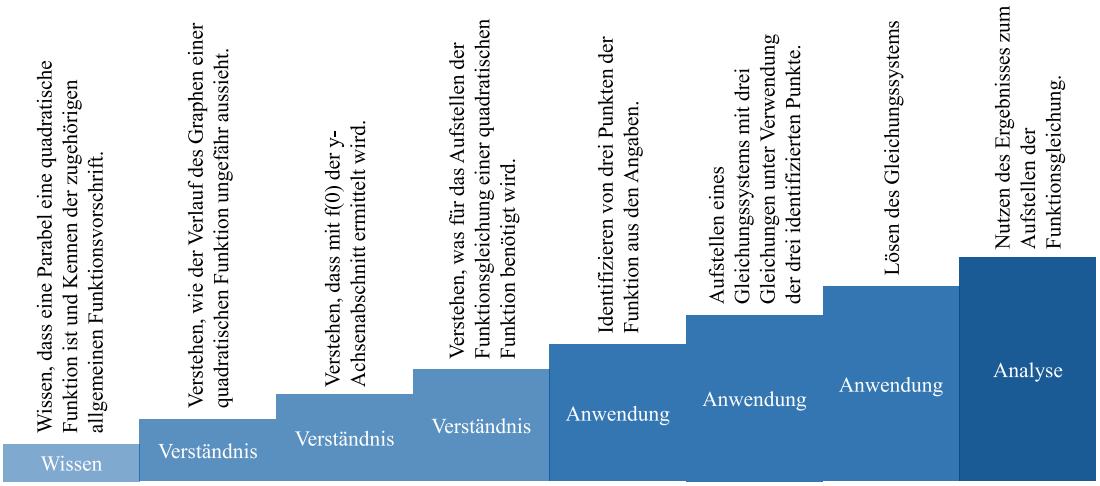


Abb. 4.4: Lernstufen zu quadratischen Funktionen im Sachkontext Teil a)

Wissen und zur Analyse vorhanden. Die Taxonomien Synthese und Beurteilung werden nicht erreicht. Das Anforderungsniveau der Aufgabe ist also insgesamt im mittleren Bereich zu sehen, auch wenn viele Schritte zur Erfüllung der Aufgabe benötigt werden.

In Abb. 4.5 ist die Zuordnung der Lernstufen zu den Taxonomiestufen für Aufgabenteil b) zu sehen.

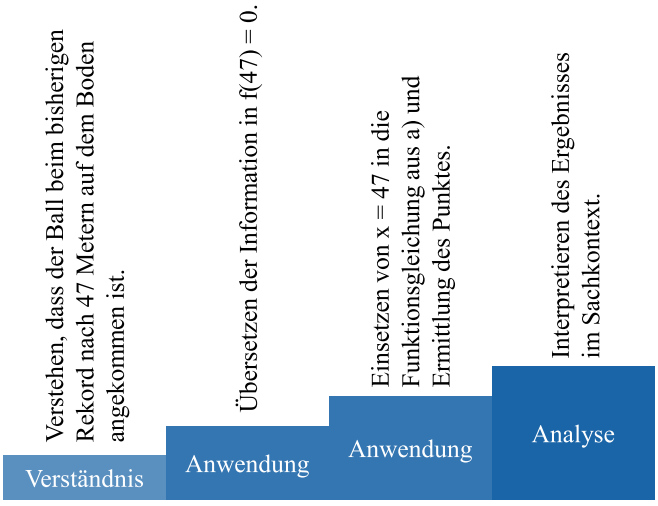


Abb. 4.5: Lernstufen zu quadratischen Funktionen im Sachkontext Teil b)

Für den Aufgabenteil b) ist keine Taxonomie des Wissens abgebildet. Dies meint, dass kein weiteres Wissen benötigt wird, wenn das Wissen aus Teil a) vorausgesetzt wird. Dass die erste Lernstufe direkt mit dem Verständnis beginnt, ist bei Folgeaufgaben daher nicht ungewöhnlich. Auch in diesem Aufgabenteil werden die beiden obersten Taxonomiestufen nicht erreicht. Für eine Synthese könnte beispielsweise zur Vernetzung mit anderen bisher bearbeiteten Aufgaben angeregt werden oder eine Reflexion über die Schwierigkeiten dieser Aufgabe erfolgen. Letzteres bewegt sich

am Übergang zur Beurteilung, wenn nach den persönlichen Herausforderungen der Lernenden gefragt wird. Eine weitere Möglichkeit, um die Taxonomie der Beurteilung zu erreichen, wäre z. B. die Einschätzung der Sinnhaftigkeit bzw. der Grenzen des Modells, das in der Aufgabe aufgestellt wird.

4.1.3 Graphisches Integrieren

Im Folgenden wird eine Aufgabe zum graphischen Integrieren herangezogen, die auch als Übungsmaterial aufbereitet wurde und dem Anhang zu entnehmen ist (Anhang C.1.13). Mit ihr sollen die allgemeinen Anforderungen des graphischen Integrierens beispielhaft deutlich gemacht werden. Die Aufgabe stammt von Salle und Hofe (2020, S. 41) und ist leicht modifiziert in Abb. 4.6 abgebildet.

Zeichne den Graphen der Funktion, die zu einer Stelle x den Flächeninhalt der Fläche zwischen 0 und x angibt. Nutze dazu das gegebene Koordinatensystem.

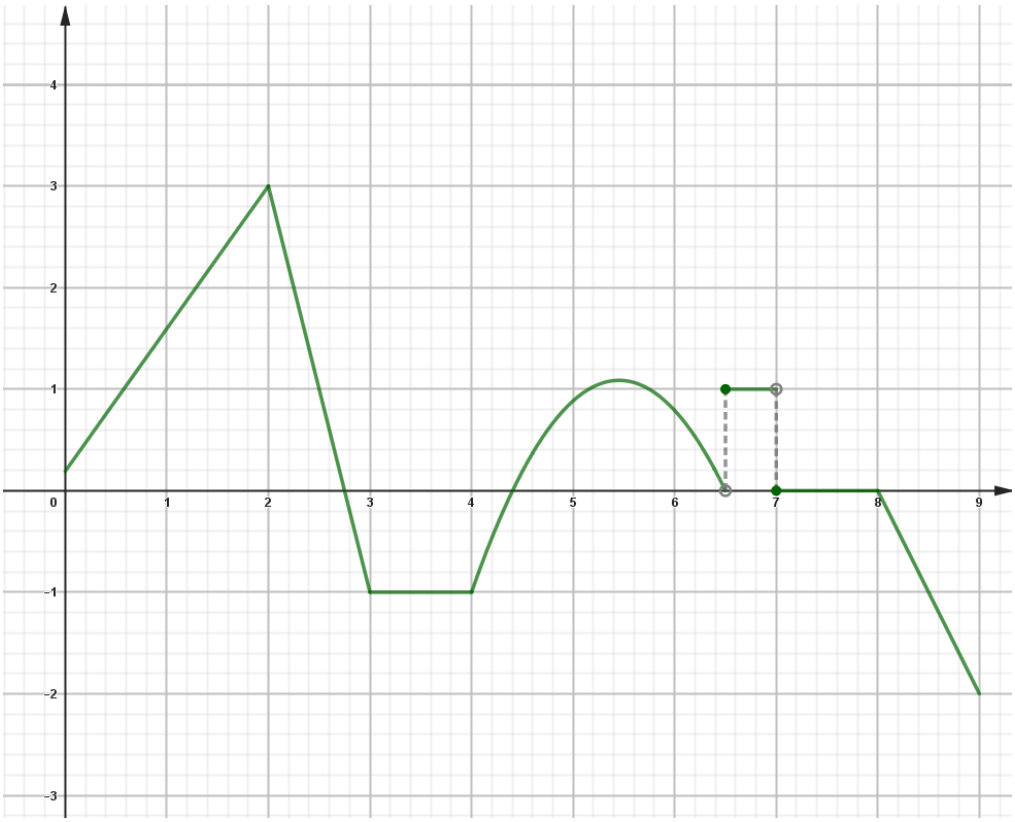


Abb. 4.6: Aufgabe zum graphischen Integrieren

Um diese Aufgabe bearbeiten zu können, benötigen die Lernenden sowohl grundlegendes Wissen über die Integralfunktion als auch ein Verständnis für ihre Eigenschaften sowie die Fähigkeit, Veränderungen im Verlauf des Graphen der Ausgangsfunktion auf den Verlauf des Graphen der Integralfunktion zu beziehen. Die

folgende Aufzählung gibt eine Übersicht darüber, was die Lernenden für die Bewältigung der Aufgabe leisten müssen:

1. Wissen, dass die Integralfunktion den orientierten Flächeninhalt angibt, der von der x-Achse und dem Graphen der Ausgangsfunktion eingeschlossen wird.
2. Verstehen, dass ein positiv/negativ orientierter bzw. inexistenter Flächeninhalt mit einer positiven/negativen Steigung bzw. Nullsteigung der Integralfunktion einhergeht.
3. Verstehen, dass eine positive/negative Steigung bzw. Nullsteigung der Funktion mit einer Zu- bzw. Abnahme der Steigung bzw. einer konstanten Steigung der Integralfunktion einhergeht.
4. Identifizieren von Nullstellen/Wendestellen als markante Stellen für den Verlauf des Graphen der Integralfunktion: Bei Nullstellen ändert sich die Orientierung des Flächeninhalts und damit das Monotonieverhalten der Integralfunktion, bei Wendestellen ändert die Integralfunktion ihr Krümmungsverhalten.
5. Analysieren, wie der Verlauf der Integralfunktion durch Veränderungen der Ausgangsfunktion beeinflusst werden kann.
6. Analysieren der Steigung der Integralfunktion zwischen den Wendestellen der Ausgangsfunktion.
7. Umsetzen der Analyse der Flächeninhaltszunahme bzw. -abnahme in eine Skizze des entsprechenden Verlaufs.

Insgesamt konnten sieben verschiedene Lernstufen identifiziert werden. Dabei ist zu beachten, dass diese nicht sehr kleinschrittig differenziert sind. Würden die Stufen kleinschrittiger ausdifferenziert werden, wäre es schwieriger, eine allgemeingültige Differenzierung vorzunehmen. Es ist ohnehin eine Herausforderung, Lernstufen zu unterscheiden, die für alle Lernenden passend sind, wenn die Herangehensweisen sehr individuell sein können. Es gäbe sicherlich auch andere Möglichkeiten, Lernstufen für das graphische Integrieren zu differenzieren. Doch trotz der Uneindeutigkeit ist eine Differenzierung sinnvoll, um sich die Ansprüche der Inhalte und die Voraussetzungen für die nächsten Schritte vor Augen zu führen.

Wie im vorherigen Abschnitt werden die Taxonomiestufen nach Bloom zur Einschätzung des kognitiven Anspruchs der Lernstufen herangezogen. Die veranschaulichende Grafik ist in Abb. 4.7 zu sehen. Die Steigerung des Anforderungsniveaus wird durch die Stufen in der Abbildung deutlich.

Von den sieben differenzierten Lernstufen lassen sich jeweils zwei Lernstufen den Taxonomien Verständnis und Analyse zuordnen und jeweils eine Lernstufe den Taxonomien Wissen, Anwendung und Synthese. Damit wird auch der dritte Anforderungsbereich mit dieser Aufgabe abgedeckt.

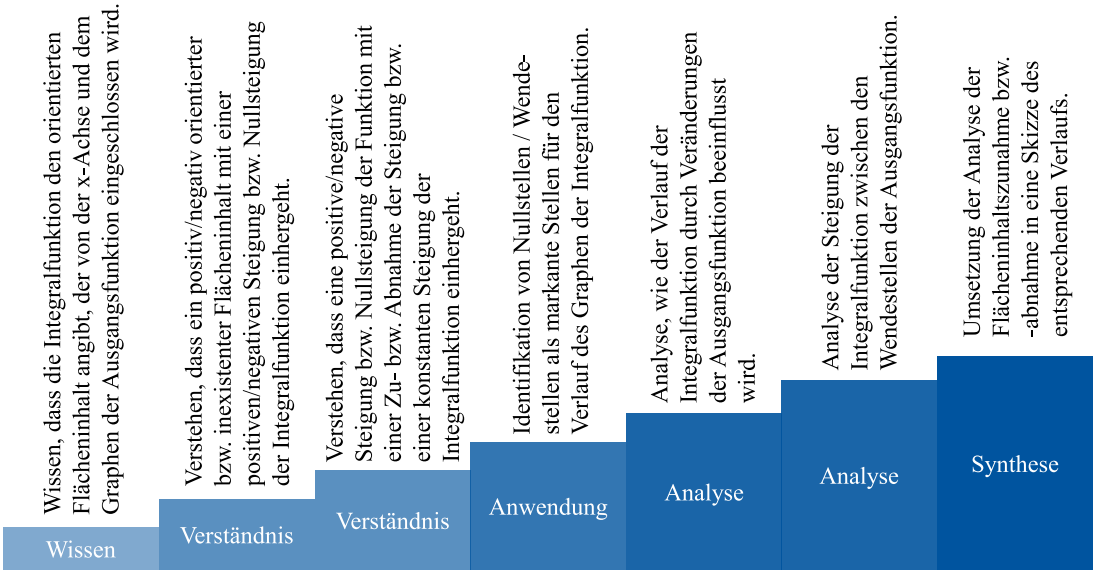


Abb. 4.7: Lernstufen bei der graphischen Integration

Auffallend ist, dass die Taxonomie der Beurteilung nicht vorkommt. Hier zeigt sich eine Besonderheit des Mathematikunterrichts, die sich auch auf die Impulse niederschlägt und in Abschnitt 3.2.4 bereits erwähnt wurde: Im Mathematikunterricht geht es seltener als in anderen Fächern um die eigene Meinung. Es gibt wenig ernsthaft zu diskutieren, meistens ist das Resultat klar. Aber auch wenn es nicht darum geht, eine eigene Meinung zu entwickeln, trägt der Mathematikunterricht sehr viel dazu bei, dass dies gelingen kann. Denn Meinungen sollten auf rationalen bzw. kausalen Folgerungen aufbauen und gerade das logische Schließen wird im Mathematikunterricht stark gefördert. Insofern ließe sich sagen, dass im Mathematikunterricht wichtige Grundlagen für die Meinungsbildung gelegt werden.

Anhand der Aufgabe kann noch eine weitere Besonderheit des Mathematikunterrichts sichtbar gemacht werden: Ideen, Prinzipien, Verfahren oder Ansätze lassen sich sehr gut übertragen und dadurch können Lernende Zusammenhänge vielfach selbst erschließen. Für Impulse bedeutet das, dass oft nur kleine Hinweise ausreichen, damit den Lernenden zum Weiterkommen verholfen werden kann. Bezogen auf die Aufgabe heißt das, dass sich lediglich die Stufe des Wissens nicht selbst erschließen lässt. Dementsprechend kann die Lehrperson hier auch nicht durch Impulse die Inhalte erarbeiten lassen, sondern sie muss die Bedeutung der Integralfunktion vorgeben. Für die nächste Stufe kann sie jedoch Impulse formulieren, die die Lernenden die Zusammenhänge selbst erkunden lassen. In Abschnitt 4.2.2 wird am Beispiel dieser Aufgabe der Impulskatalog angewendet und für jede differenzierte Stufe ein Impulsbeispiel gegeben, mit dem das Erreichen der Lernstufe entweder überprüft oder angestrebt wird. Es wird dadurch deutlich, wie sinnvoll es ist, für Aufgaben die einzelnen

Lernstufen zu unterscheiden und sich Impulse für den jeweils nächsten Schritt zu überlegen.

4.2 Reagieren auf exemplarische Lernendenbeiträge

In Abschnitt 3.1.3 wurde der Prozess der Impulsgebung beschrieben, wodurch seine Vielschichtigkeit herausgestellt wurde. Die Phasen des Impulsgebungsprozesses wurden dabei mit den vier Phasen des Problemlösens nach Pólya verglichen. In diesem Abschnitt sollen nun die Phasen der Impulsgebung näher und anhand unterschiedlicher Beispiele beleuchtet werden. Dabei ist die Entwicklung von Handlungsoptionen eng verbunden mit dem Setzen eines Impulses, sodass sie hier zusammengefasst werden. Es werden also die folgenden zwei Bestandteile des Impulsgebungsprozesses betrachtet:

- Einordnen von Lernständen und Identifizieren von Potentialen (Abschnitt 4.2.1)
- Formulieren von Impulsen zu unterschiedlichen Lernstufen (Abschnitt 4.2.2)

Das Einordnen von Lernständen und Identifizieren von Potentialen kann zum Teil auch als unmittelbare Vorbereitung der Impulsgebung zählen. Um einen passenden Impuls setzen zu können, müssen zunächst das fachliche Verständnis aus dem Lernendenbeitrag sowie Schwierigkeiten und mögliche Anknüpfungspunkte identifiziert werden. Dazu werden die in Abschnitt 4.1 differenzierten Lernstufen herangezogen. Auf diese Lernstufen wird auch bei der Formulierung von Impulsen Bezug genommen, sodass ersichtlich wird, wie eine gute Vorbereitung auch bei spontan zu setzenden Impulsen helfen kann.

4.2.1 Einordnen von Lernständen

Für die Impulsgebung ist eine möglichst gute Einschätzung der Lernstände wesentlich, damit an die Beiträge der Lernenden angeknüpft und mit Impulsen das fachliche Verständnis gefördert werden kann. Die Einschätzung von Lernständen ist jedoch alles andere als leicht und fordert von der Lehrperson neben der fachlichen Sicherheit insbesondere ausgeprägte diagnostische Fähigkeiten (s. Abschnitt 3.3.1). Im Folgenden soll gezeigt werden, wie die Differenzierung von Lernstufen dazu genutzt werden kann, Lernstände besser einordnen zu können und Anknüpfungspunkte für einen Impuls zu finden.

Das Herausfordernde bei der Einordnung von Lernständen ist die Feststellung dessen, was der oder die Lernende bereits verstanden hat und wo Schwierigkeiten liegen. Diese Abschätzung ist in Abb. 4.8 dargestellt.

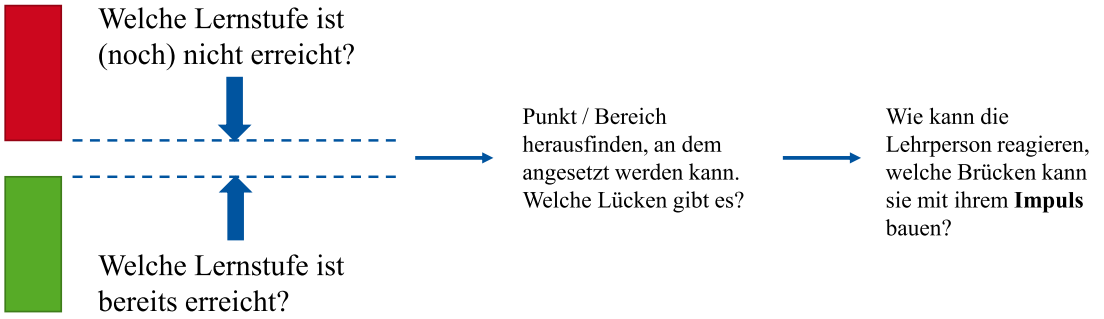


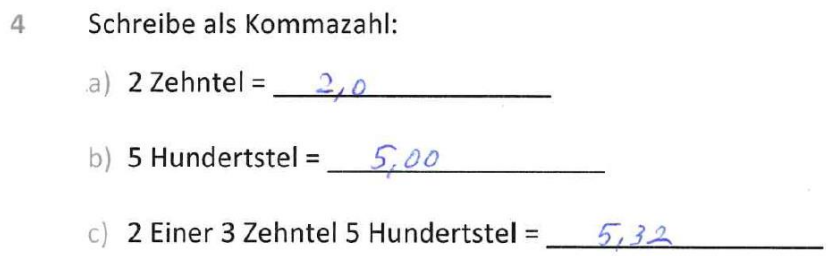
Abb. 4.8: Darstellung der Abschätzung des vorhandenen Wissens als Grundlage für einen Impuls

In Grün ist der Bereich markiert, der bereits verstanden wurde. In Rot ist der Bereich markiert, der (noch) nicht oder falsch verstanden wurde. Dazwischen liegt der gestrichelt eingegrenzte Bereich, der dazu führt, dass die Inhalte nicht verstanden werden (können). Diesen Bereich gilt es abzugrenzen, damit Ursachen für das mangelnde Verständnis identifiziert werden. Er kann je nach Lernenden größer oder kleiner ausfallen. Wenn er größer ist, gibt es für die Lehrperson viele verschiedene Ansatzmöglichkeiten, weil dementsprechend viele Ursachen für die Schwierigkeiten vorliegen. Das bedeutet jedoch nicht direkt, dass die Impulsgebung dadurch leichter ist. Stattdessen führt es eher dazu, dass mehrere Impulse gegeben werden müssen, weil sich die Ursachen für die Schwierigkeiten nicht durch einen einzelnen Impuls auflösen lassen.

Bei der Einordnung des Lernstandes muss einschränkend eingeräumt werden, dass dieser nicht immer eindeutig feststellbar ist, da die gezeigte Leistung von vielen Faktoren abhängt. Beispielsweise könnte es sich auch um Performanzfehler handeln, sodass es lediglich aufgrund mangelnder Konzentration der oder des Lernenden zu falschen Ergebnissen gekommen ist. An dieser Stelle wird zwar davon ausgegangen, dass es sich um Kompetenzfehler handelt, sodass ein mangelndes Verständnis der Fachinhalte die Ursache für die Fehler darstellt. Dennoch gibt es weitere Gründe, weshalb die Einordnung nicht eindeutig vorgenommen werden kann wie z. B. unverständliche Formulierungen. Darüber hinaus ist zunächst meist nur das Ergebnis einer Aufgabenbearbeitung sichtbar, sodass auch hier über die Gedankengänge der Lernenden spekuliert werden muss oder ein Impuls für eine genauere Diagnose benötigt wird.

Um die Ausführungen zu verdeutlichen, wird eine Aufgabenbearbeitung herangezogen, die bereits im Rahmen der Bedarfsabfrage eingesetzt wurde (s. Anhang B) und sich auch als Material aufbereitet im Anhang befindet (s. Anhang C.1.3). Die Aufgabe stammt von Heckmann (2007, S. 47) und ist in Abb. 4.9 zu sehen. Die Abbildung

beinhaltet die Antwort des Schülers auf die Frage, wie er zu seinen Ergebnissen gekommen ist.



Sebastian (zu a): Weil Zehntel ist ja immer eine Null.

Sebastian (zu b): Hier ist Hundert, da sind zwei Nullen. Und da hab‘ ich dann auch wieder die Fünf davor gemacht.

Sebastian (zu c): Bei fünf Hundertstel wären da wieder zwei Nullen, aber der Einer ist hier erst da hinten (zeigt auf die letzte Stelle bei seiner Lösung), und Zehntel wär‘ dann die Null (zeigt auf die Stelle davor).

Abb. 4.9: Kommentierte Aufgabenbearbeitung zum Stellenwertverständnis bei rationalen Zahlen

In Abb. 4.2 aus Abschnitt 4.1.1 wurden bereits Lernstufen zur Erweiterung des Stellenwertsystems von natürlichen zu rationalen Zahlen differenziert. Sie sollen nun zur Einschätzung des Lernstands des Schülers genutzt werden. Zu beachten ist allerdings, dass die Lernstufen nicht konkret für die Aufgaben, sondern generell für den Fachinhalt aufgestellt wurden. Nichtsdestotrotz wird hier mit ihnen gearbeitet, um die Ursache für die falschen Ergebnisse einzugrenzen.

Tab. 4.1 zeigt die Einordnung des Lernstandes zur Aufgabenbearbeitung aus Abb. 4.9. In der linken Spalte sind die Lernstufen abgebildet, die in Abb. 4.2 differenziert wurden. In der mittleren Spalte wird eine Einschätzung vorgenommen, ob der Schüler die entsprechende Stufe beherrscht und damit den fachlichen Inhalt verstanden hat. Sie wird jeweils mit den Symbolen ✓ bei Erreichen bzw. ✘ bei Nicht-Erreichen der Lernstufe vorgenommen. Da die Einschätzungen nicht immer eindeutig getroffen werden können, werden sie teilweise in Klammern notiert. Für den Fall, dass die Aufgabenbearbeitung keine Einschätzung zum Erreichen der Lernstufe zulässt, wurde lediglich ein Fragezeichen gesetzt. In der rechten Spalte sind die Begründungen für die Einschätzungen festgehalten.

Lernstufe	**Grad des Erreichens**	**Begründung**
Wissen, dass Zahlen weiterhin als "Ziffern in einem	✓	Der Schüler hat in allen Teilaufgaben eine Zahl des dezimalen Stellenwertsystems angegeben.

Lernstufe	Grad des Erreichens	Begründung
Stellenwertsystem" notiert werden.		
Wissen, dass weiterhin das Prinzip der Bündelung in jeweils zehn Teile gilt.	(✓)	Es ist schwierig, hierzu eine Aussage zu treffen. Einerseits ordnet der Schüler jeder Bündelung eine Stelle zu. Andererseits bleibt unklar, ob der Schüler das Prinzip wirklich versteht, da er die Begrifflichkeiten zu vermischen scheint. Allerdings beschreibt er in den Kommentaren, wie viele Stellen zur Beschreibung eines Stellenwerts benötigt werden (bei Zehnteln eine Stelle bzw. eine Null, bei Hundertsteln zwei Stellen bzw. zwei Nullen). Dies scheint er stark von den natürlichen Zahlen abzuleiten.
Wissen, wie die einzelnen Stellenwerte benannt und abgekürzt werden.	?	Zur Abkürzung kann hier nichts gesagt werden, da diese nicht in der Aufgabe vorkommen.
Verstehen, dass die Reihenfolge der Stellenwerte weiterhin fest bleiben muss: Nach den Zehnteln kommen die Hundertstel, dann die Tausendstel, etc.	(✓)	Die Reihenfolge der Stellenwerte ist in allen Teilaufgaben gleich, auch wenn sie spiegelverkehrt ist und das Komma nicht an die richtige Stelle gesetzt wird.
Verstehen, dass nach wie vor keine Stellenwerte übersprungen werden dürfen. Die Ziffer Null spielt weiterhin eine elementare Rolle und darf nicht einfach weggelassen oder ergänzt werden.	(✓)	Dass der Schüler grundsätzlich verstanden hat, dass die Null eine elementare Rolle spielt, geht aus den Kommentaren zur Aufgabe hervor. Insbesondere deutet der Schüler an, dass bei Teilaufgab c) aus der Drei eine Null werden würde, wenn es keine Zehntel gäbe.
Verstehen, dass sich die Größe eines Stellenwerts nach rechts weiterhin auf ein Zehntel des vorangegangenen Stellenwerts reduziert.	(X)	Auch hier fällt die Einschätzung schwer. Es ist unklar, welche Größe der Schüler jeweils mit den Stellenwerten verbindet. Es scheint so, dass die Einerstelle immer die letzte Stelle ist und sich die Stellenwerte nach links auf ein Zehntel des vorangegangenen Stellenwerts reduzieren.
Verstehen, dass der Übergang zwischen den Stellenwerten damit gleich bleibt. Die Wertigkeit einer anderen Stelle kann durch Multiplikation bzw. Division einer Zehnerpotenz erreicht werden.	?	Hierzu kann keine Einschätzung abgegeben werden, da in der Aufgabe nicht danach gefragt wird, wie sich die Wertigkeit zwischen den Stellen unterscheidet. Aufgrund der vorherigen Einschätzungen ist jedoch zu vermuten, dass der Schüler hiermit Schwierigkeiten hat.

Lernstufe	**Grad des Erreichens**	**Begründung**
Verstehen, dass das Komma den Übergang von Einern zu Zehnteln markiert. Bzw. Verstehen, dass es ein Zeichen braucht, um einen Stellenwert zu markieren, weil nun auch Einer entbündelt werden können und die letzte Ziffer nicht mehr zwingend die Einer darstellt.	X	In Teilaufgabe a) steht das Komma nach den Zehnteln, in Teilaufgaben b) und c) nach den Hundertsteln.
Analysieren, dass keine eindeutigen Vor- und Nachgänger mehr existieren.	?	Hierzu kann keine Einschätzung abgegeben werden, da in der Aufgabe nicht nach Unterschieden zum Stellenwertsystem bei natürlichen Zahlen gefragt wird. Aufgrund der vorherigen Einschätzungen ist jedoch zu vermuten, dass der Schüler hiermit Schwierigkeiten hat.

Tab. 4.1: Einordnung des Lernstandes zur Aufgabenbearbeitung aus Abb. 4.9

Durch die Fragezeichen und Klammern in Tab. 4.1 wird sichtbar, dass eine Einschätzung schwer vorzunehmen ist. Ein Grund dafür liegt darin, dass weder der Schüler noch das Vorwissen bekannt sind und nur wenige Hinweise zum Lernstand vorliegen. Dennoch können die Lernstufen dabei helfen, ein besseres Gespür dafür zu bekommen, was der Schüler noch nicht verstanden hat und wo mit einem Impuls angesetzt werden kann.

Das Hauptproblem scheint darin zu liegen, dass der Schüler das Stellenwertsystem für rationale Zahlen als eigenes System ansieht und es nicht als Erweiterung des Stellenwertsystems für natürliche Zahlen erkennt. Er überträgt daher sein Wissen von den natürlichen Zahlen auf die rationalen Zahlen und scheint als Unterschiede die Benennung der Stellenwerte und die Ergänzung um ein Komma wahrzunehmen. Inhaltlich ändert sich dadurch für ihn wenig. Die Bedeutung des Kommas scheint dem Schüler nicht bewusst zu sein.

In Bezug auf die Impulsgebung scheint es sinnvoll, den Schüler die Bedeutung des Kommas bewusstwerden zu lassen und zu erarbeiten, dass das Komma die beiden Systeme des Schülers zu einem vereinen lässt. Dazu müsste der Schüler zunächst die Grenzen seiner beiden Systeme einsehen. Interessant wäre daher, die Aufgabe um einen weiteren Aufgabenteil zu ergänzen und nach 4 Zehnern, 2 Einern und 3 Zehnteln zu fragen. Bei der Bearbeitung müsste bei dem Schüler ein kognitiver Konflikt ausgelöst werden, weil er dann einer Stelle zwei Stellenwerte (Zehner und Zehntel)

zuordnen müsste. Unterstützend könnte auch haptisches Material wie Arithmetik-Blöcke (s. Heckmann 2007, S. 51) eingesetzt werden, um den Unterschied zwischen der Wertigkeit von Zehnern und Zehnteln deutlich zu machen. Denkbar sind jedoch noch viele weitere Ansätze, die den Schüler beim Verständnisaufbau der Erweiterung des Stellenwertsystems auf rationale Zahlen unterstützen.

Die beispielhafte Einordnung des Lernstandes zeigt auch, dass es nicht immer sinnvoll ist, stets vom Einfachen zum Schwierigen vorzugehen, weil das Einfache den Blick auf das Ganze verwehren kann und die Einsicht in eine Fehlvorstellung dann manchmal erst später aufkommen kann.

Insgesamt ist bei der beispielhaften Einordnung des Lernstandes deutlich geworden, wie sinnvoll es ist, Lernstufen zu differenzieren, damit die Einordnung treffender und am inhaltlichen Verständnis orientiert vorgenommen werden kann. Die Frage danach, wo mit einem Impuls angeknüpft werden kann, lässt sich damit leichter beantworten. Die Frage danach, wie mit einem Impuls angeknüpft werden kann, ist damit jedoch noch nicht beantwortet. Sie wird im nächsten Abschnitt anhand eines weiteren Beispiels untersucht.

4.2.2 Formulieren von Impulsen zu unterschiedlichen Lernstufen

In Abschnitt 4.1.3 wurden sieben Lernstufen für das graphische Integrieren differenziert. Im vorliegenden Abschnitt geht es nun darum, zu jeder Stufe einen passenden Impuls zu finden. Dabei werden zwei Arten von Impulsen unterschieden (s. Abschnitt 3.1.2):

1. Impulse zum Überprüfen einer Lernstufe: Diese Impulse sind eher diagnostischer Art und sollen sicherstellen, dass der Schüler oder die Schülerin die Lernstufe erreicht hat.
2. Impulse zum Erreichen einer Lernstufe: Diese Impulse sollen zur Weiterarbeit und damit zum Erreichen der nächsten Stufe führen.

Dabei ist zu beachten, dass sich die beiden Arten grundsätzlich nicht gegenseitig ausspielen. Ein eher diagnostisch angelegter Impuls kann gleichsam dazu führen, dass die Lernenden zu einem neuen Ansatz finden. Und die Reaktion auf einen Impuls, der zur Weiterarbeit anregt, kann ebenfalls sehr aufschlussreich im Hinblick auf den Lernstand der Schülerinnen und Schüler sein. Dennoch wird an dieser Stelle eine Unterscheidung zwischen den beiden Arten vorgenommen, da sie mit der Zielsetzung eines Impulses in Verbindung steht und somit für die Unterrichtspraxis von Relevanz ist.

Im Folgenden wird zu jeder der sieben Lernstufen jeweils ein Impuls der ersten und zweiten Art vorgestellt. Dazu wird in einer Tabelle zunächst die Lernstufe beschrieben. Darunter finden sich die Impulse zu den beiden Arten sowie jeweils ein didaktischer Kommentar. Dieser ordnet zum einen dem Impuls einen Ansatz aus dem Impulskatalog zu. Zum anderen kann er sich z. B. auf die Formulierung des Impulses, seine möglichen Auswirkungen oder zu erwartende Schwierigkeiten beziehen.

1. Stufe: Wissen, dass die Integralfunktion den orientierten Flächeninhalt angibt, der von der x-Achse und dem Graphen der Ausgangsfunktion eingeschlossen wird.			
Impuls 1.1 zur Überprüfung der Stufe	**Didaktischer Kommentar zu 1.1**	**Impuls 1.2 zum Erreichen der Stufe**	**Didaktischer Kommentar zu 1.2**
Wie würdest du einem Nichtfachmann erklären, was eine Integralfunktion ist?	*Grad der Elaborierung senken.* Herausfinden, ob grundlegendes Wissen vorhanden ist.	Wir möchten den Graphen einer Funktion skizzieren, die zu jedem x-Wert den Flächeninhalt angibt, der zwischen 0 und x von den Koordinatenachsen und dem Ausgangsgraphen eingeschlossen wird.	*Erklärung / Das Verstehen der Aufgabe sicherstellen.* Grundlegendes Wissen in Erinnerung rufen. Durch die komplexe Formulierung bzw. die Länge des Satzes ist allerdings fraglich, ob die Erklärung verständlich ist.

Tab. 4.2: Impulse zum Überprüfen und Erreichen der ersten Lernstufe des graphischen Integrierens

Bei der ersten Lernstufe handelt es sich um Wissen zur Integralfunktion. Um herauszufinden, ob die Lernenden über das notwendige Wissen zur Integralfunktion verfügen, könnten sie zunächst gefragt werden, was sie alles über die Integralfunktion wissen. Diese Frage ist jedoch sehr ungenau, sodass insbesondere leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler durch die unklaren Erwartungen verunsichert werden könnten. Eine Alternative bietet der Impuls 1.1, der die Lernenden dazu auffordert, mit einfachen Worten zu erklären, was eine Integralfunktion ist. Der Impuls beschränkt sich hierbei auf die Definition einer Integralfunktion und grenzt damit das erwartete Antwortfeld ein. Dennoch ist der Impuls so offen formuliert, dass auch Aussagen zu weiteren Eigenschaften der Integralfunktion möglich wären. Wenn die Lehrperson zusätzlich in die Rolle des Nichtfachmanns schlüpft, kann sie außerdem aus dieser Perspektive Nachfragen stellen.

Um zu überprüfen ob die Lernenden die erste Stufe erreicht haben, ist davon auszugehen, dass wenig Wissen zur Integralfunktion vorhanden ist. Wie bereits

bei der Differenzierung der Lernstufen zum graphischen Integrieren beschrieben (s. Abschnitt 4.1.3), ist es in Bezug auf die Taxonomiestufe des Wissens schwierig, Impulse zu formulieren, die zur eigenständigen Auseinandersetzung anregen. Es ist daher zu erwarten, dass sich die zugehörigen Impulsansätze auf Erläuterungen oder Veranschaulichungen beschränken. Darunter fällt auch Impuls 1.2, der erläutert, was das Ziel der Aufgabe ist, und damit Wissen über die Integralfunktion vermittelt.

2. Stufe: Verstehen, dass ein positiv/negativ orientierter bzw. inexistenter Flächeninhalt mit einer positiven/negativen Steigung bzw. Nullsteigung der Integralfunktion einhergeht.			
Impuls 2.1 zur Überprüfung der Stufe	**Didaktischer Kommentar zu 2.1**	**Impuls 2.2 zum Erreichen der Stufe**	**Didaktischer Kommentar zu 2.2**
Färbe die Flächen, die zu einer Zu- bzw. Abnahme der Integralfunktion führen, in unterschiedlichen Farben ein.	*Das Verstehen der Aufgabe sicherstellen* Veranschaulichung der gegebenen Situation. Sichtbarmachen von relevanten Informationen. Es kommt zum Vorschein, dass die Nullstellen der Ausgangsfunktion sehr wichtig sind.	Stell dir vor, der Ausgangsgraph stellt den Zu- bzw. Ablauf des Wassers in eine Badewanne dar. Das Integral gibt also den Wasserstand in der Badewanne an. In welchem Bereich müsste der Graph der Ausgangsfunktion verlaufen, damit der Wasserstand niedriger wird?	*In einen Kontext einbetten.*

Tab. 4.3: Impulse zum Überprüfen und Erreichen der zweiten Lernstufe des graphischen Integrierens

Die zweite Lernstufe umfasst das Verständnis über den Zusammenhang zwischen orientiertem Flächeninhalt und Steigung der Integralfunktion. Zum Identifizieren des aktuellen Lernstandes können die Lernenden dazu aufgefordert werden, die Flächen in jeweils unterschiedlichen Farben einzufärben, die zu einer Zu- bzw. Abnahme der Integralfunktion führen (Impuls 2.1). Dadurch kommt den Nullstellen der Ausgangsfunktion eine besondere Beachtung zu, da sie den Übergang zwischen zwei Farben markieren. Dieser Impuls ist ein Beispiel dafür, dass diagnostische Impulse auch zur weiteren Auseinandersetzung verhelfen können. Die farbliche Hervorhebung kann dazu beitragen, dass die Lernenden die Funktion der Integralfunktion besser verstehen und dadurch einen Ansatz gewinnen, wie sie beim graphischen Integrieren vorgehen können. Zum Erreichen der Stufe wird hier außerdem ein Impuls vorge-

schlagen, der den Zugang zur Integralfunktion über einen Sachkontext erleichtern soll.

3. Stufe: Verstehen, dass eine positive/negative Steigung bzw. Nullsteigung der Funktion mit einer Zu- bzw. Abnahme der Steigung bzw. einer konstanten Steigung der Integralfunktion einhergeht.			
Impuls 3.1 zur Überprüfung der Stufe	**Didaktischer Kommentar zu 3.1**	**Impuls 3.2 zum Erreichen der Stufe**	**Didaktischer Kommentar zu 3.2**
Welche Eigenschaften kannst du denn aus dem gegebenen Graphen im Abschnitt [4; 6,5] ablesen?	*Nach bestimmten Eigenschaften fragen.* Der Schüler kann hier sein ganzes Vorwissen einbringen. Er kann dabei aber auch Informationen nennen, die nicht ausschlaggebend sind oder sogar Fehlvorstellungen begünstigen.	Stell dir vor, du möchtest nicht f integrieren, sondern f‘. In welchem Zusammenhang stehen f und f‘?	*Die Blickrichtung ändern.* Auf bereits vorhandenes Wissen zurückgreifen: Bekannte Zusammenhänge beim Ableiten nutzen.

Tab. 4.4: Impulse zum Überprüfen und Erreichen der dritten Lernstufe des graphischen Integrierens

Bei der dritten Lernstufe wird besonders sichtbar, dass die Zuordnung von Impulsen zu Lernstufen zwar als Vorbereitung auf die Impulsgebung dient, aber auch nicht immer eindeutig vorgenommen werden kann. Der Impuls 3.1, der zum Überprüfen des Erreichens der dritten Lernstufe vorgeschlagen wird, hätte auch der Überprüfung der zweiten Lernstufe zugeordnet werden können. Er bezieht sich auf die Eigenschaften der Ausgangsfunktion und kann als Vorbereitung auf das graphische Integrieren angesehen werden. Gleichzeitig ist der Impuls recht offen formuliert, sodass auch Eigenschaften genannt werden könnten, die für das Integrieren nicht (direkt) relevant sind (z. B. Monotonieabschnitte). Ein Impuls wie „Welche dieser Eigenschaften brauchst du für das Skizzieren der Integralfunktion?“ könnte sich anschließen. Allerdings ist hierbei die Rategefahr zu beachten. Der vorgeschlagene Impuls zum Erreichen der dritten Lernstufe verfolgt als Ansatz die Umkehrung der Blickrichtung. Hierbei wird auf die Zusammenhänge zwischen Funktion und Ableitungsfunktion eingegangen, sodass auf bereits Bekanntes zurückgegriffen wird. Dieser Rückgriff soll den Zugang zu den neuen Inhalten durch das Erkunden von Zusammenhängen und das Bewusstmachen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden erleichtern.

4. Stufe: Identifizieren von Nullstellen/Wendestellen als markante Stellen für den Verlauf des Graphen der Integralfunktion: Bei Nullstellen ändert sich die Orientierung des Flächeninhalts und damit das Monotonieverhalten der Integralfunktion, bei Wendestellen ändert die Integralfunktion ihr Krümmungsverhalten.			
Impuls 4.1 zur Überprüfung der Stufe	**Didaktischer Kommentar zu 4.1**	**Impuls 4.2 zum Erreichen der Stufe**	**Didaktischer Kommentar zu 4.2**
Ich würde sagen, dass die Integralfunktion bis x = 2,8 steigen muss. Kann das stimmen? / Würdest du mir zustimmen?	*Eine Behauptung zur Diskussion stellen.* Der Einstieg ins Gespräch wird vereinfacht, weil bereits eine Aussage „auf dem Tisch“ liegt. Die Begründung der Antwort des Schülers muss ggf. erfragt werden. Der Impuls verlangt bereits einige Kompetenzen vom Schüler ab. Hierbei kann die Fehlvorstellung aufgedeckt werden, dass eine negative Steigung des Graphen der Ausgangsfunktion zu einer Abnahme der Integralwerte führt.	Für das Steigungsverhalten der Integralfunktion sind die Nullstellen der Ausgangsfunktion sehr entscheidend. Solange der Graph der Ausgangsfunktion oberhalb der x-Achse verläuft, nimmt der (orientierte) Flächeninhalt zu. Verläuft der Graph hingegen unterhalb der x-Achse, nimmt der (orientierte) Flächeninhalt ab.	*Erklärung.*

Tab. 4.5: Impulse zum Überprüfen und Erreichen der vierten Lernstufe des graphischen Integrierens

Auch bei der vierten Lernstufe zeigt sich, dass Impulse je nach Vorwissen und Auffassen der Lernenden auf unterschiedlichen Anforderungsniveaus wirksam sein können. So kann der Impuls 2.1 auch zum Erreichen der vierten Lernstufe eingesetzt werden, bei der es um das Identifizieren von Null- und Extremstellen als markante Stellen für den Verlauf der Integralfunktion geht. Darüber hinaus erfordert die vierte Lernstufe jedoch auch die Einsicht in den Zusammenhang zwischen diesen Stellen und dem Verlauf der Integralfunktion, was mit Impuls 2.1 evtl. nicht erreicht werden kann. Impuls 4.2 gibt eine Erklärung zu diesem Zusammenhang ab. Hierbei wird noch nicht explizit erläutert, wie beim graphischen Integrieren vorzugehen ist. Dieser Schritt muss von den Lernenden selbst getätigt werden. Impuls 4.1 stellt eine Behaup-

tung zur Diskussion, die die Lernenden dazu anregt, über Monotonieabschnitte der Integralfunktion nachzudenken.

5. Stufe: Analysieren, wie der Verlauf der Integralfunktion durch Veränderungen der Ausgangsfunktion beeinflusst werden kann.			
Impuls 5.1 zur Überprüfung der Stufe	**Didaktischer Kommentar zu 5.1**	**Impuls 5.2 zum Erreichen der Stufe**	**Didaktischer Kommentar zu 5.2**
Wie müsste der Graph der Ausgangsfunktion verlaufen, damit der Graph der Integralfunktion ab x = 4 wieder steigt?	*Die Blickrichtung ändern. Veränderungen wahrnehmen lassen.*	Angenommen die Integralfunktion verläuft im positiven Bereich und ich möchte nun, dass sie negative Werte annimmt. Was müsste dafür bei der Ausgangsfunktion passieren?	*Eine Annahme treffen und gedanklich verfolgen lassen. Die Blickrichtung ändern.* Mit der Änderung der Blickrichtung lassen sich die Anforderungen in der Regel auf bereits Bekanntes zurückführen.

Tab. 4.6: Impulse zum Überprüfen und Erreichen der fünften Lernstufe des graphischen Integrierens

Die fünfte Lernstufe zeichnet sich dadurch aus, dass zusätzlich zum generellen Zusammenhang zwischen Ausgangs- und Integralfunktion auch Veränderungen der beiden Funktionen und ihre jeweiligen Auswirkungen in den Blick genommen werden. Die beiden vorgeschlagenen Impulse zum Überprüfen bzw. zum Erreichen der Stufe zielen hierauf ab und nutzen dafür den Ansatz der Änderung der Blickrichtung. Mit Impuls 5.1 kann außerdem die Fehlvorstellung thematisiert werden, dass eine positive Steigung des Ausgangsgraphen immer auch mit einer Steigung des Wertes der Integralfunktion einhergeht. Bei Impuls 5.2 liegt der Fokus auf der Bilanz der orientierten Flächeninhalte.

6. Stufe: Analysieren der Steigung der Integralfunktion zwischen den Wendestellen der Ausgangsfunktion.			
Impuls 6.1 zur Überprüfung der Stufe	**Didaktischer Kommentar zu 6.1**	**Impuls 6.2 zum Erreichen der Stufe**	**Didaktischer Kommentar zu 6.2**
Beschreibe die Zunahme oder Abnahme des orientierten	*Zustände oder Veränderungen beschreiben lassen.*	Es macht einen Unterschied, ob ich den Wasserhahn aufdrehe und der Wasserspiegel	*In einen Kontext einbetten.* Sehr umständlich formuliert. Außerdem werden zwei Fragen

6. Stufe: Analysieren der Steigung der Integralfunktion zwischen den Wendestellen der Ausgangsfunktion.		
Flächeninhalts in Worten.	gleichmäßig ansteigt oder ob ich den Wasserhahn immer weiter aufdrehe. Wie würde sich dann der Wasserspiegel verändern und wie erkennt man das im Verlauf des Graphen der Integralfunktion?	gleichzeitig gestellt. Es ist nicht klar, ob der Schüler diesen Impuls wirklich umsetzen kann.

Tab. 4.7: Impulse zum Überprüfen und Erreichen der sechsten Lernstufe des graphischen Integrierens

Wenn die Lernenden sich auf der sechsten Lernstufe bewegen, sind sie schon auf einem sehr hohen Leistungsniveau angekommen. Auf der sechsten Stufe spielt das Änderungsverhalten der Steigung der Integralfunktion eine Rolle. Um zu überprüfen, ob die Lernenden die Stufe erreicht haben, können sie zur Beschreibung der Zu- oder Abnahme des orientierten Flächeninhalts aufgefordert werden. Hierbei sollten sie eigene Worte verwenden und auf die Qualität der Steigungsänderung achten. Im Unterschied zur dritten Lernstufe können die Lernenden hier Aussagen über das Änderungsverhalten der Steigung treffen. Zum Erreichen der Stufe bietet sich die Einbettung in einen Kontext an, um die Auswirkungen auf den Verlauf der Integralfunktion zu veranschaulichen. Dies ist sprachlich jedoch nicht einfach auszudrücken, sodass bei Impuls 6.2 beispielsweise zunächst geklärt werden sollte, ob die Formulierung verständlich war.

7. Stufe: Umsetzen der Analyse der Flächeninhaltszunahme bzw. -abnahme in eine Skizze des entsprechenden Verlaufs.			
Impuls 7.1 zur Überprüfung der Stufe	**Didaktischer Kommentar zu 7.1**	**Impuls 7.2 zum Erreichen der Stufe**	**Didaktischer Kommentar zu 7.2**
Erkläre, warum du dich im Intervall [0; 2] für diese Form des Graphen entschieden hast.	*Begründungen einfordern. Den Gedankengang erfragen.*	Stelle dir die Funktion näherungsweise abschnittsweise linear vor und übertrage dein bisheriges Vorgehen auf diese Abschnitte.	*Die Aufgabe in Teilschritte zerlegen. Neue Anforderungen auf bereits Bekanntes zurückführen.*

Tab. 4.8: Impulse zum Überprüfen und Erreichen der siebten Lernstufe des graphischen Integrierens

Eine Synthese der Lernstufen wird durch die siebte Lernstufe dargestellt, indem das Wissen aus den vorherigen Lernstufen in das Anfertigen einer Skizze einfließen. Der vorgeschlagene Impuls zum Überprüfen der Stufe ist sehr offen formuliert. Er zielt auf die Vorgehensweise bei einem nicht-linearen Verlauf der Ausgangsfunktion ab. Ebenso wird bei Impuls 7.2 davon ausgegangen, dass die Lernenden das Prinzip für das graphische Integrieren bei linearen Funktionsabschnitten beherrschen. Sie werden daher dazu aufgefordert, das Vorgehen auf nicht-lineare Abschnitte zu übertragen. Hierfür ist es sinnvoll, die Aufgabe in Teilschritte zu zerlegen und eine Verknüpfung zu bereits Bekanntem herstellen zu lassen.

Es ist zu beachten, dass es sich bei den vorgestellten Impulsen lediglich um ausgewählte Beispiele handelt. Wie bereits an vorheriger Stelle betont, gibt es keine „richtigen“ und „falschen“ Impulse, und die hier vorgestellten sind auch nicht die einzig möglichen, die zum Überprüfen oder Erreichen einer Lernstufe herangezogen werden können. Weiterhin ist anzumerken, dass die Qualität der vorgestellten Impulse nicht anhand der in Abschnitt 3.3.7 aufgestellten Qualitätskriterien untersucht worden ist. Der Fokus der Auseinandersetzung liegt an dieser Stelle beim Formulieren von Impulsen zum Überprüfen oder Erreichen von zuvor differenzierten Lernstufen. Die Beurteilung der Qualität von Impulsen wird im nächsten Abschnitt thematisiert.

4.3 Beurteilen von Impulsbeispielen mithilfe der Qualitätskriterien

In diesem Abschnitt sollen einzelne Impulse auf ihre Qualität hin untersucht werden. Dazu werden zu zwei unterschiedlichen Ausgangssituationen jeweils drei Impulse analysiert und anhand der in Abschnitt 3.3.7 herausgearbeiteten Qualitätskriterien beurteilt. In Abschnitt 3.1.3 wurde im Rahmen der Beschreibung des Impulsgebungsprozesses erläutert, dass die Phase der Reflexion eines Impulses den letzten Schritt darstellt und sich an die Reaktion der Lernenden auf den Impuls anschließt. Bei den betrachteten Beispielen werden zwar die Ausgangssituationen umrissen, es stehen jedoch keine Lernendenreaktionen zur Verfügung. Nichtsdestotrotz kann eine Beurteilung der Impulse vorgenommen werden. Sie ist lediglich nicht so genau oder es fällt schwerer, eine Abschätzung über die Wirkung des Impulses zu treffen.

Für die Beurteilung haben zwei Personen unabhängig voneinander eine Einschätzung vorgenommen, die anschließend diskutiert wurde. Die Ergebnisse werden in Form von Grafiken übersichtlich dargestellt. Die Grafiken ermöglichen einen

schnellen Vergleich der Qualität von Impulsen. Am Ende des Abschnitts wird zusammengefasst, inwiefern sich die Kriterien für eine Einschätzung der Impulsqualität eignen.

Als erste Ausgangssituation dient eine Aufgabe, die im Rahmen der Bedarfsanalyse zur Auseinandersetzung mit der Impulsgebung bereits genutzt wurde (Anhang B). Hierbei wurde angehenden Lehrpersonen eine Schülerbearbeitung vorgelegt mit der Aufgabe, wörtlich einen Impuls an den Schüler zu notieren. Die Aufgabe ist in Abb. 4.10 abgebildet und aus Heckmann (2007, S. 48) entnommen. Drei der formulierten Impulse sollen im Folgenden beurteilt werden. Die Beurteilung ist stark an Ansteeg und Heitzer (2024) angelehnt.

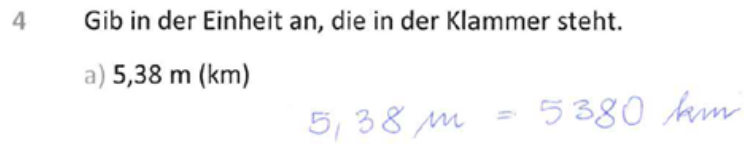


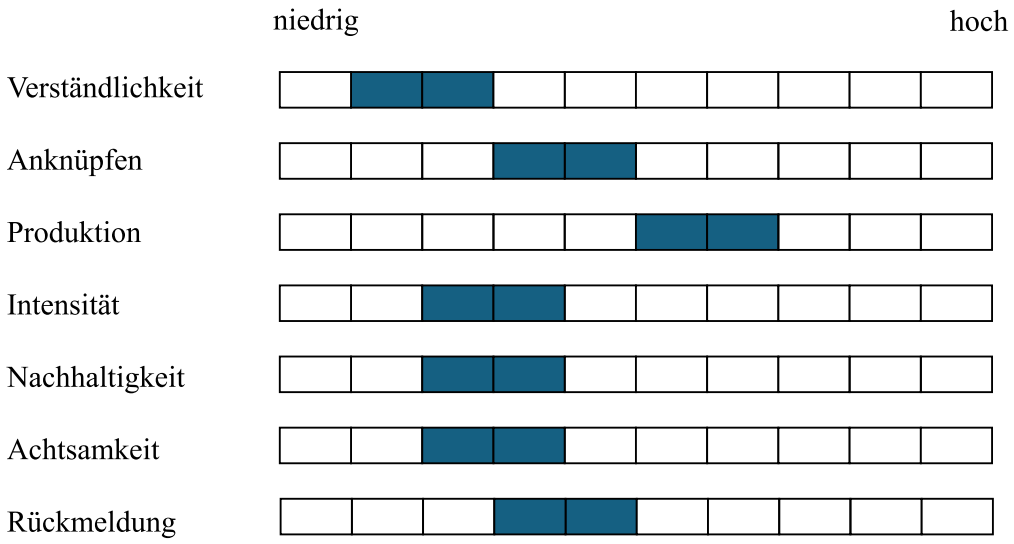
Abb. 4.10: Beispiel einer Schülerbearbeitung

Impulsbeispiel 1: „Wenn die Maßeinheit größer wird, muss die Maßzahl kleiner werden."

Bei diesem Impuls handelt es sich um eine Aussage, die eine (Teil-)Erklärung enthält. Da nicht darauf eingegangen wird, warum dem so ist, wird der Sachverhalt nicht vollständig aufgelöst. Die Verwendung von Fachbegriffen ist in diesem kurzen Impuls auffallend. Der Schüler muss die Fachbegriffe kennen, da er ansonsten mit dem Impuls nicht viel anfangen kann. Die Verständlichkeit ist also ggf. eingeschränkt. Außerdem knüpft der Impuls nur mäßig an den konkreten Schülerbeitrag an. Auch wenn indirekt auf den Fehler eingegangen wird, nennt die Lehrperson hier lediglich eine allgemeine Regel, an die sie alle Lernende unabhängig von ihrem aktuellen Stand hätte erinnern können. Wenn davon ausgegangen wird, dass der Schüler trotz der reduzierten Verständlichkeit den Impuls umsetzen kann, ist eine Produktion in Form einer Fehlerkorrektur möglich. Es findet jedoch keine direkte Aufforderung statt und es wird keine Frage gestellt. Ob der Impuls dem Schüler zu mehr Verständnis verhilft, ist fraglich. Eine Erläuterung, warum die Aussage aus dem Impuls zutrifft, könnte hierbei hilfreich sein. In dieser Form wird der Impuls jedoch als wenig nachhaltig eingestuft. Da es sich um einen kurzen Kommentar handelt, ist er vermeintlich effizient. Effizienz beinhaltet aber auch, dass der Impuls erfolgreich ist (unter Einsatz von wenigen Ressourcen). Bei dem Impuls in Beispiel 1 werden zwar wenige zeitliche Ressourcen verbraucht, aber die Erfolgsaussichten sind wegen des bereits Beschriebenen nicht sehr hoch. Darüber hinaus gibt die Lehrperson keine direkte Rückmeldung zur Korrektheit des Ergebnisses. Der Schüler muss aus der Aussage

selbst schließen, dass er einen Fehler gemacht hat. Durch den Kommentar der Lehrperson liegt es vielleicht nahe, dass seine Antwort nicht vollständig richtig ist. Durch die unpersönliche Ansprache könnte der Schüler den Impuls jedoch auch schlicht ignorieren. Zuletzt ist der Impuls auch von Seiten der Intensität fraglich. Wenn davon ausgegangen wird, dass es sich nicht um einen Flüchtigkeitsfehler handelt, hat der Schüler das Umwandeln von Größen noch nicht vollständig erfasst. Das Rezipieren der Regel – die außerdem nicht auf das Verhältnis der Änderungen von Maßeinheit und Maßzahl eingeht und damit nicht sehr konkret ist – wird dem Schüler vermutlich kaum weiterhelfen. Ein Impuls, der ihn die Regel begreifen und nachvollziehen lässt, scheint erfolgversprechender zu sein.

In Abb. 4.11 ist die Beurteilung von Impulsbeispiel 1 graphisch dargestellt.



Impulsbeispiel 1: „Wenn die Maßeinheit größer wird, muss die Maßzahl kleiner werden“.

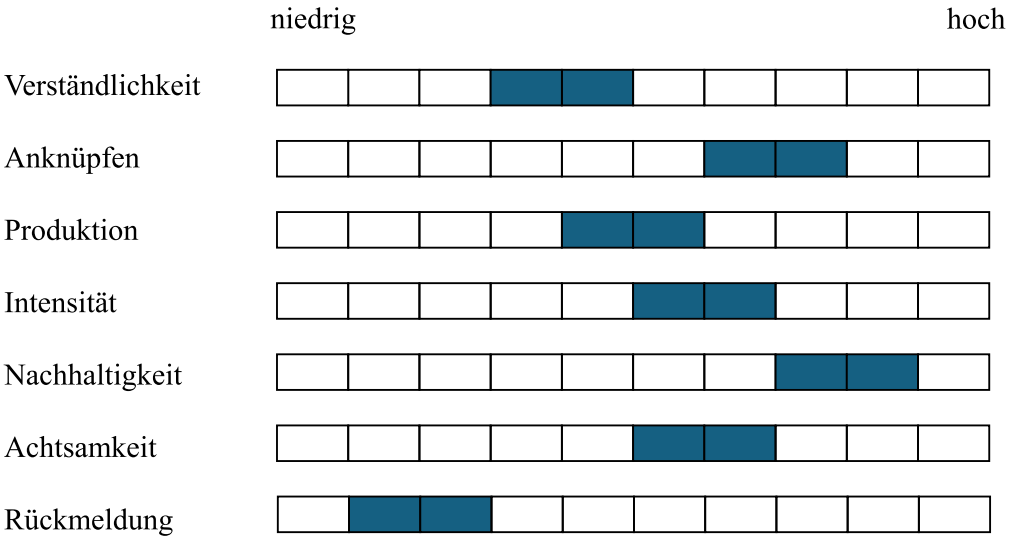
Abb. 4.11: Beurteilung von Impulsbeispiel 1

Impulsbeispiel 2: „Steh’ mal bitte auf und gehe 5 m nach vorne. – Und jetzt gehe 5380 km nach vorne. – Geht das?“

Hier werden zwei Aufforderungen mit einer kurzen Anschlussfrage gekoppelt. Der Impuls ist zwar einfach formuliert, sodass er grundsätzlich gut zu verstehen sein sollte. Allerdings könnte es sein, dass für den Schüler der Zusammenhang mit seinem vorherigen Beitrag nicht ersichtlich ist. Insbesondere die Frage zum Schluss könnte verwirren. Die Verständlichkeit wird daher nur als mäßig eingestuft. Hier könnte es helfen, wenn die Lehrperson zunächst erläutert, dass der Schüler mit seiner Lösung die Distanzen als gleich groß angibt. Diese Verbindung könnte auch die Beurteilung des Anknüpfens positiv beeinflussen, wobei an den Schülerbeitrag insofern bereits

angeknüpft wird, als dass mit dem falschen Ergebnis ‚weitergearbeitet' wird, da er zu einem Vergleich mit der Ausgangsgröße anregt. Die Produktion wird dadurch ausgelöst, dass an das Alltagswissen des Schülers angeknüpft wird, indem er die Streckenlänge im Klassenzimmer abläuft. Es ist zu erwarten, dass der Schüler beim Abgehen der 5 m noch keine Schwierigkeiten hat und bei den 5380 km dann stutzig wird. Bei der Vorstellung einer Strecke von 5380 km sollte ihm bewusst werden, dass die beiden Strecken nicht gleich lang sind. Im Vergleich zum Impuls aus Beispiel 1 ist dieser Impuls nachhaltiger angelegt. Der Fokus liegt auf dem Aufbau von angemessenen Vorstellungen der Größen. Bezogen auf die zeitlichen Ressourcen ist der Impuls aus Beispiel 2 etwas aufwändiger, da der Schüler zunächst aufstehen und dann die Distanz abgehen soll. Die Lehrperson muss abwarten, bis der Schüler dies ausgeführt hat und kann erst dann nach den 5380 km fragen. Zusätzlich sollte sie noch etwas Bedenkzeit vor ihrer abschließenden Frage lassen. Damit benötigt der Impuls zwar höhere zeitliche Ressourcen, er ermöglicht jedoch die Einsicht des Fehlers und ist damit intensiv. Insbesondere wenn der Schüler die Idee des sich selbst vor Augen Führens von Inhalten und die Verknüpfung der Mathematik mit der eigenen Lebenswelt für weitere Aufgaben behält. Es gibt bei diesem Impuls keine Rückmeldung zur Korrektheit der Bearbeitung. Sie ließe sich versteckt darin sehen, dass die Lehrperson überhaupt einen Impuls gibt, was bei einer korrekten Lösung vielleicht (leider) seltener vorkommt.

Die Grafik in Abb. 4.12 fasst die Beurteilung des zweiten Impulsbeispiels zusammen.



Impulsbeispiel 2: „Steh mal bitte auf und gehe 5 m nach vorne. – Und jetzt gehe 5380 km nach vorne. – Geht das?"

Abb. 4.12: Beurteilung von Impulsbeispiel 2

Impulsbeispiel 3: „Aber 1 km sind doch 1000 m, oder? Wie viele Meter sind dann 5380 km?“

Der Impuls ist leicht verständlich formuliert. Die Suggestivfrage scheint auf den ersten Blick vielleicht nicht sehr günstig gewählt – der Schüler kann im Prinzip nur die Aussage bestätigen. Es würde sich stattdessen evtl. die Frage anbieten „Wie viele Meter passen in einen Kilometer?“ verbunden mit der Anschlussfrage „Wie viele Meter passen dann in 5380 km?“. Wenn der Schüler dieses Ergebnis mit seiner vorherigen Berechnung vergleicht, müsste ihm der Fehler auffallen. Allerdings unterstellt die Suggestivfrage dem Lernenden auch, dass er um den Sachverhalt bereits weiß. Sie ist insofern also an den Lernenden angepasst und stellt gleichzeitig eine gemeinsame Ausgangsbasis sicher. Ähnlich wie in Beispiel 2 wird auch hier an die Schülerantwort angeknüpft, indem das falsche Ergebnis im zweiten Teil des Impulses aufgegriffen wird. Aus einer anderen Perspektive wird es erneut betrachtet, sodass die Fragerichtung umgedreht und das Ergebnis noch einmal überprüft wird. Da die Multiplikation den Lernenden oft leichter fällt als die Division, scheint diese Herangehensweise vielversprechend, um den Schüler den Fehler erkennen zu lassen. Er erhält einen konkreten Anreiz, wie er wieder in die Produktion zurückfinden kann. Konkret wird der Schüler dazu angeregt, die Probe über die Multiplikation durchzuführen. Wenn der Schüler dem Impuls folgen kann, sollte er erkennen, dass das Ergebnis mit seiner ursprünglichen Antwort im Widerspruch steht. Damit ist allerdings noch nicht sichergestellt, dass der Schüler seine Lösung korrigieren kann, weshalb die Intensität des Impulses schwer zu beurteilen ist. Dafür müsste er genauer identifizieren, worin sein Fehler liegt. Für einen Schüler, der infolge des Impulses die Strategie ableitet, sich einer Aufgabe generell auch noch einmal aus einer anderen Perspektive zu nähern, um das Ergebnis zu überprüfen, ist die Nachhaltigkeit des Impulses sehr hoch. Auch wenn es nicht zwingend notwendig ist, dass die Lehrperson die Antwort auf die zweite Frage abwartet, ist dies schon aus Gründen der Wertschätzung gegenüber dem Schüler und der Möglichkeit zur Reflexion des Impulses zu empfehlen. Eine direkte Rückmeldung zur bisherigen Bearbeitung des Schülers findet nicht statt. Durch das ‚aber‘ und das ‚doch‘ wird allerdings ausgedrückt, dass die bisherige Bearbeitung des Schülers noch fehlerhaft ist.

Die Ergebnisse der Beurteilung von Impulsbeispiel 3 lassen sich Abb. 4.13 entnehmen.

Als zweite Ausgangssituation dient eine Aufgabe, die bereits in Abschnitt 4.1.3 zum Differenzieren von Lernstufen und in Abschnitt 4.2.2 zum Formulieren von Impulsen zu den differenzierten Lernstufen herangezogen wurde. Die Aufgabe behandelt das graphische Integrieren, ist an Salle und Hofe (2020, S. 41) angelehnt und wurde als Übungsmaterial für die Impulsgebung aufbereitet (Anhang C.1.13). Dazu wurden

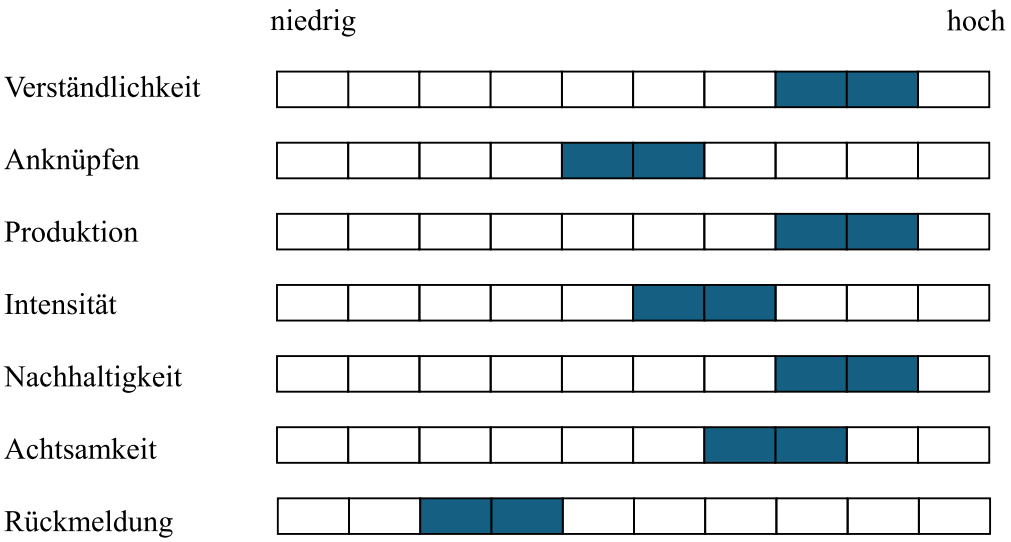


Abb. 4.13: Beurteilung von Impulsbeispiel 3

eine Rahmensituation skizziert sowie eine lückenhafte Schülerantwort (in Blau) mit kurzem Kommentar in die ursprüngliche Aufgabe eingefügt. Die von dem Schüler kommentierte Bearbeitung der Aufgabe ist in Abb. 4.14 dargestellt.

Für die Bearbeitung des Übungsmaterials soll davon ausgegangen werden, dass im Unterricht bereits das grundlegende Verständnis zum Skizzieren einer Flächeninhaltsfunktion bei linearen Funktionen erarbeitet wurde. Weiterhin ist den Lernenden der Begriff des orientierten Flächeninhalts bekannt. Im nächsten Schritt sollen zusammengesetzte Funktionen betrachtet werden sowie eine Übertragung auf nichtlineare Funktionen stattfinden.

Das Übungsmaterial wurde im Rahmen einer zweistündigen Lehrkräftefortbildung eingesetzt (s. Abschnitt 5.3.3.2). Im Folgenden sollen drei der dabei formulierten Impulse im Hinblick auf ihre Qualität untersucht werden.

Impulsbeispiel 4: „Beschreibe den Unterschied zwischen dem linearen Abschnitt und dem nächsten Abschnitt.“

Damit dieser Impuls sein Ziel erreichen kann, muss der Schüler wissen, was ein linearer Abschnitt ist. Es ist außerdem nicht ganz klar, welcher lineare Abschnitt mit dem Impuls gemeint ist. Es wäre ggf. hilfreich, von den drei linearen Abschnitten zu sprechen, die der Schüler bereits bearbeitet hat. Dann wiederum ist jedoch darauf zu achten, keine Fehlvorstellung hervorzurufen: Ein linearer Verlauf des Ausgangsgraphen geht nicht zwingend mit Monotonie der Flächeninhaltsfunktion einher. Der Impuls knüpft inhaltlich an die Frage und an den Punkt an, wo der Schüler gerade

Zeichne den Graphen der Funktion, die zu einer Stelle x den Flächeninhalt der Fläche zwischen 0 und x angibt. Nutze dazu das gegebene Koordinatensystem.

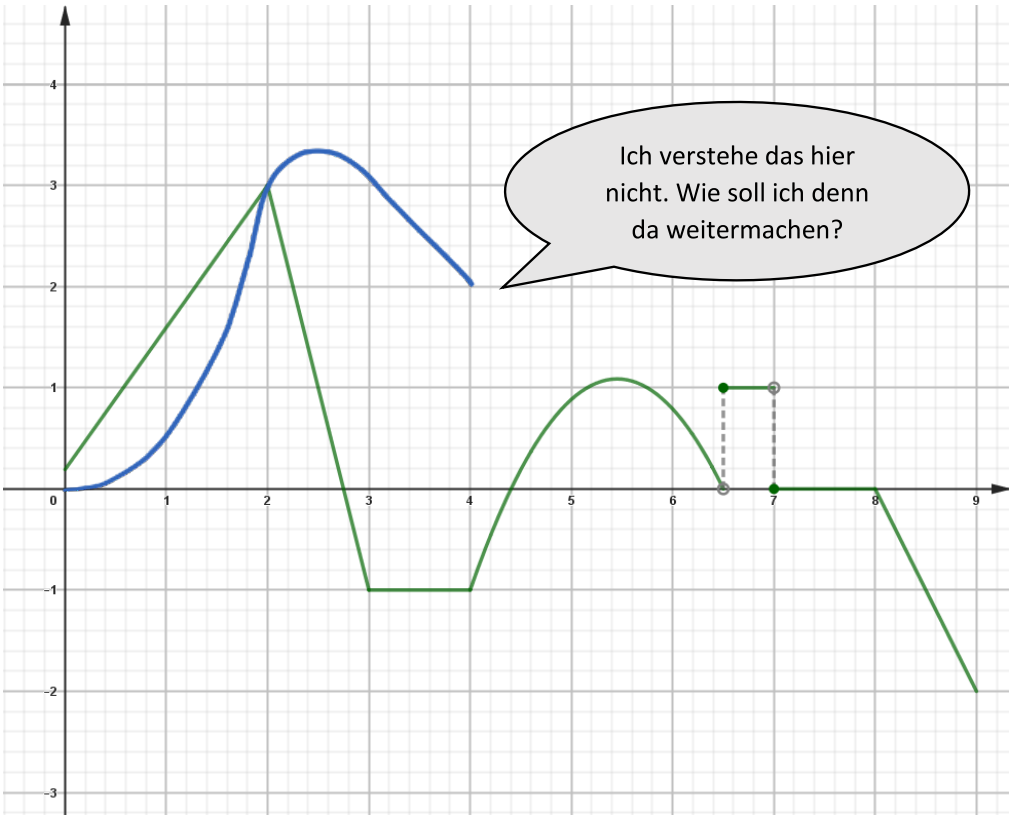


Abb. 4.14: Beispiel einer Schülerbearbeitung (in Blau) zum graphischen Integrieren

feststeckt. Er legt dabei den Fokus auf die Unterschiede zwischen der Situation, die der Schüler noch bewältigen kann, und der Situation, die ihm Schwierigkeiten bereitet. Es ist wahrscheinlich, dass dadurch ein Produktionsschwung ausgelöst wird, auch wenn dieser zunächst in der Bearbeitung nicht sichtbar ist, sondern sich in der Identifikation des Unterschieds zwischen den Abschnitten widerspiegelt. Es bleibt jedoch unklar, ob der Schüler durch die Identifikation des Unterschieds zu einem Ansatz für die Weiterarbeit findet. Wenn dem so ist, ist die Intensität des Impulses ebenfalls hoch. Darüber hinaus ist der Impuls nachhaltig angelegt, da der Schüler aus der Identifikation des Unterschiedes selbstständig ableiten soll, wie er weiter vorgehen kann. Im Idealfall schließt er daraus auch auf eine allgemeine Strategie, die sich auch auf andere Probleme anwenden lässt. Die Achtsamkeit ist als eher hoch einzustufen, da ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Umfang des Impulses und Ergebnis zu erwarten ist. Das Impulsbeispiel 4 ist ein gutes Beispiel dafür, dass das Qualitätskriterium der Rückmeldung seine Berechtigung hat. In diesem Fall gibt der Impuls keinerlei Aufschluss über die Korrektheit der bisherigen Bearbeitung. Für den Schüler wäre dies jedoch wichtig, damit er nach der Identifikation des Unterschieds

weiß, auf welche Vorgehensweisen er zurückgreifen kann. Hier muss allein die Tatsache, dass die Lehrperson nicht weiter auf die bisherige Bearbeitung eingeht, ausreichen, um sie als richtig einzustufen. Dies kann Unsicherheiten erzeugen oder den Schüler zu einer Nachfrage veranlassen, ob sein bisheriges Ergebnis stimmt.

Zusammenfassend lässt sich die Beurteilung von Impulsbeispiel 4 mit Abb. 4.15 darstellen.

Abb. 4.15: Beurteilung von Impulsbeispiel 4

Impulsbeispiel 5: „Wie bist du auf den Wert für x = 2 gekommen?“

Der Impuls ist sehr einfach formuliert und dadurch verständlich. Die Verständlichkeit könnte evtl. noch erhöht werden, indem die Lehrperson verdeutlicht, worauf sich das x bezieht oder der Funktionswert bei x = 2 explizit genannt wird („Deine Flächeninhaltsfunktion nimmt bei x = 2 den Wert 3 an, wie bist du zu diesem Wert gekommen?“). Fachlich will der Impuls auf eine Korrektur des Wertes der Flächeninhaltsfunktion bei x = 2 hinaus. Da die Ausgangsfunktion nicht im Ursprung startet, müsste ihr Wert bei x = 2 etwas über 3 liegen. Damit knüpft der Impuls zwar an die Schülerlösung an, nicht jedoch an die Frage des Schülers. Diese wird hinten angestellt, sodass zunächst die vorhandene Bearbeitung verbessert wird, auch wenn grundsätzlich ein Verständnis für das graphische Integrieren bei linearen Abschnitten vorhanden zu sein scheint. Die Produktion wird durch den Impuls wenig ausgelöst, der Impuls lenkt den Blick zurück und nicht nach vorn. Insgesamt handelt es sich eher um einen diagnostischen Impuls. Damit ist die Intensität des Impulses auch gering. Wenn der Schüler aus dem Impuls mitnimmt, dass er seine Zwischenergebnisse an

geeigneten Stellen hinterfragen sollte, ist der Impuls durchaus nachhaltig. Dies steht hier jedoch nicht im Vordergrund. Mit den zeitlichen Ressourcen des Schülers geht der Impuls zwar achtsam um, allerdings ist die Wirkung auf der emotionalen Ebene fragwürdig. Die Frage des Schülers wird ignoriert und stattdessen ein verhältnismäßig kleiner Fehler in den Fokus gerückt. Dies könnte den Schüler demotivieren. Es ließe sich durch eine Rückmeldung zur Qualität der bisherigen Bearbeitung vielleicht verhindern, sie wird jedoch in diesem Beispiel nicht vorgenommen. Aus dem Impuls kann der Schüler nicht erkennen, ob seine bisherige Bearbeitung richtig oder falsch ist. Die Tatsache, dass die Lehrperson die Aufmerksamkeit auf einen speziellen Wert legt und nicht auf die Frage des Schülers eingeht, könnte darauf deuten, dass die Bearbeitung zumindest fehlerbehaftet ist. Andererseits könnte die Lehrperson auch auf ein Positivbeispiel zurückgreifen, um dem Schüler zur Weiterarbeit zu verhelfen. Hier zeigt sich also wieder, dass eine Rückmeldung zum aktuellen Stand im Lernprozess sinnvoll ist, um Unsicherheiten oder Missverständnisse zu vermeiden.

Die Beurteilungsergebnisse zu Impulsbeispiel 5 sind in Abb. 4.16 anschaulich zusammengefasst.

Impulsbeispiel 5: „Wie bist du auf den Wert für x = 2 gekommen?“

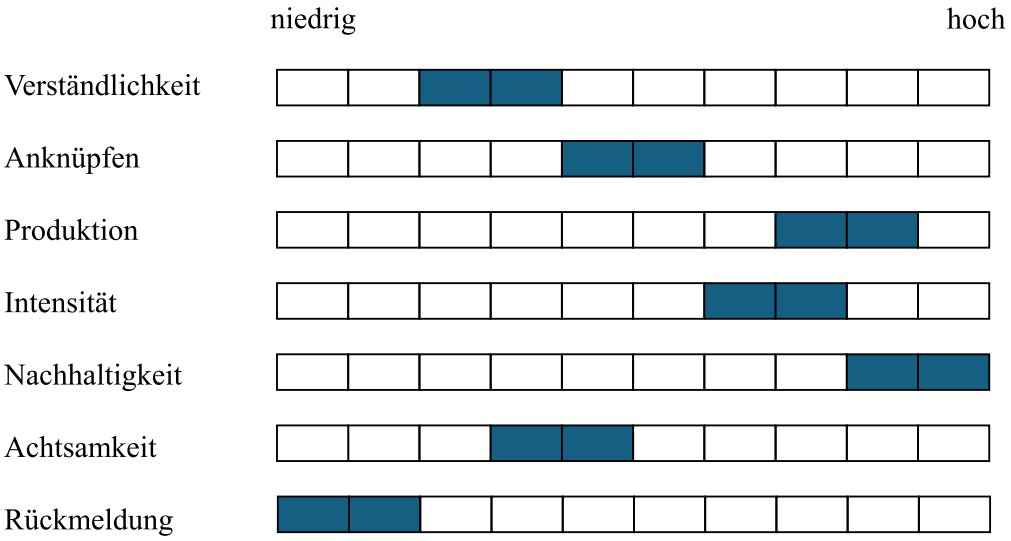
Abb. 4.16: Beurteilung von Impulsbeispiel 5

Impulsbeispiel 6: „Stell’ dir die Funktion näherungsweise abschnittsweise linear vor.“

Dieser Impuls ist sehr kurz und kompakt gehalten. Grundsätzlich ist er zwar eindeutig formuliert, durch die Fachbegriffe könnte seine Verständlichkeit jedoch stark eingeschränkt sein. Insbesondere das Wort ‚näherungsweise‘ kann inhaltlich

zu Grenzwertprozessen führen, die dem Schüler zu diesem Zeitpunkt vermutlich noch nicht ersichtlich sind. Der Impuls stellt zwar eine Antwort auf die vom Schüler gestellte Frage dar, auf die bisherige Bearbeitung geht der Impuls allerdings nicht ein. Somit ist das Anknüpfen nur eingeschränkt gegeben. Auch wenn die Lehrperson indirekt an das vorhandene Wissen anknüpft, indem sie davon ausgeht, dass das Integrieren bei linearen Abschnitten kein Problem darstellt, ist dies für den Schüler nicht sichtbar. Es findet also keine Rückmeldung statt. Dies wäre jedoch wünschenswert, damit der Schüler weiß, dass er auf seine bisherige Vorgehensweise zurückgreifen kann. Vorausgesetzt dem Schüler sind alle Begriffe bekannt, so regt der Impuls stark die Produktion an, da er eine Hilfe zur Weiterarbeit bietet. Ggf. kann die Produktion durch den Zusatz „und wende deine bisherige Vorgehensweise auch auf diese Abschnitte an“ noch verstärkt werden. Darüber hinaus ist der Impuls sehr nachhaltig angelegt. Die Betrachtung des Funktionsgraphen als abschnittsweise linear kann je nach Ausführung zwar etwas aufwändiger sein, sie unterstützt im Gegenzug jedoch das Verständnis. Damit ist der Impuls sehr intensiv. Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit kann diese sogar noch höher eingestuft werden, wenn der Schüler aus dem Impuls die Strategie ableitet, ein Problem in Teilprobleme zu zerlegen, die er beherrscht. Die Achtsamkeit wird bei diesem Impuls jedoch nur als mäßig eingestuft, da der Rückgriff auf bereits Bekanntes zu implizit erfolgt.

In Abb. 4.17 sind die Ergebnisse der Beurteilung von Impulsbeispiel 6 grafisch dargestellt.



Impulsbeispiel 6: „Stell‘ dir die Funktion näherungsweise abschnittsweise linear vor.“

Abb. 4.17: Beurteilung von Impulsbeispiel 6

Vergleicht man die sechs Impulsbeispiele miteinander, so fällt auf, dass die Impulse in ihrer Qualität sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt haben. Auch wenn die Einordnungen in die zehn Stufen zwischen „niedrig“ und „hoch“ sicherlich nicht eindeutig vorgenommen werden können, so lassen sich doch die Tendenzen gut abschätzen und damit ein Gesamtüberblick über die Qualität des Impulses darstellen.

Insgesamt ist die Unterscheidung zwischen den Qualitätskriterien nicht immer leicht vorzunehmen. So sind insbesondere die Intensität und Nachhaltigkeit teilweise schwer voneinander zu trennen. Bei der Abgrenzung kann es hilfreich sein, die Nachhaltigkeit verstärkt mit der Möglichkeit zu verbinden, das Wissen auf andere Fälle zu übertragen, während die Intensität mit Effektivität verglichen werden kann und im Gegensatz zum strategischen Wissen mehr den konkret fachlichen Fortschritt meint.

Darüber hinaus fällt es teilweise schwer, bei der Beurteilung zu einem Kriterium die Einschätzungen zu den anderen Kriterien unbeachtet zu lassen. Dies ist beispielsweise beim Anknüpfen und der Achtsamkeit der Fall: Wenn der Impuls nicht an den Lernendenbeitrag anknüpft, kann er kaum achtsam sein. Ähnliches gilt für einen sehr kompliziert und unverständlich formulierten Impuls. Da die Kriterien nicht schnittmengenfrei sind, ist eine klare Trennung zwischen den Kriterien nicht möglich. Dennoch können Tendenzen festgehalten werden. Entscheidend ist letztendlich auch weniger das Ergebnis, sondern die intensive Diskussion über die Qualitäten und Wirkungen von Impulsen, die zu neuen Sichtweisen führen können.

Mithilfe der Grafiken ist ein schneller Vergleich der Impulse möglich. Die sieben Qualitätskriterien liefern eine gute Ausgangsbasis, um die Qualität von Impulsen zu beurteilen. Im Hinblick auf die Verbesserung der Impulsgebung im Rahmen der Lehrkräfteaus- und -fortbildung scheint es vielversprechend, Impulse anhand der Kriterien zu reflektieren und Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Wenn außerdem die Lernendenreaktionen mit einbezogen werden, ist eine zusätzliche Steigerung des Nutzens zu erwarten.

4.4 Zusammenfassung

In Kapitel 4 wurden die zuvor beschriebenen Grundlagen zum Prozess der Impulsgebung auf unterrichtspraktische Beispiele und konkrete Fachinhalte angewendet. Dabei hat sich die Differenzierung von Lernstufen zu Fachinhalten als möglich und sinnvoll zur Vorbereitung auf die Impulsgebung erwiesen. Anhand der Unterteilung in verschiedene Lernstufen lassen sich inhaltliche Anknüpfungspunkte für Impulse identifizieren, was eine deutliche Vorentlastung der Impulsgebung darstellt. Außer-

dem lässt sich durch die Lernstufen der Stand der Schülerinnen und Schüler im Lernprozess besser einordnen, sodass die Impulse passender gesetzt werden können.

Für die Formulierung von Impulsen zum Überprüfen und Erreichen von Lernstufen bietet der Impulskatalog zahlreiche Ansätze. Grundsätzlich lässt sich jeder Ansatz für alle Lernstufen nutzen, wobei Tätigkeiten aus höheren Taxonomiestufen eher für höhere Lernstufen geeignet sind. Der Impulskatalog ist in zwei Richtungen nutzbar: Zum Finden von geeigneten Ansätzen und anschließender Formulierung eines Impulses oder zum Zuordnen von Ansätzen zu einem bereits formulierten Impuls. Letzteres dient dazu, sich der Wirkungsebene und den Ansprüchen eines Impulses bewusst zu werden und seine Auswirkungen besser abschätzen zu können. Außerdem wird dadurch erfahrbar, dass die Zuordnungen nicht immer eindeutig sind und ein Impuls gleichzeitig mehrere Ansätze verfolgen kann.

Bei der Beurteilung von Beispielimpulsen auf der Grundlage der herausgearbeiteten Qualitätskriterien wurde deutlich, dass kein Qualitätskriterium gefehlt und gleichzeitig jedes vorhandene seine Berechtigung hat. Allerdings wurde die Schwierigkeit sichtbar, Impulse zu finden, die sich bei allen Kriterien gleichzeitig als hoch einstufen lassen. Teilweise beschränken sich die Kriterien gegenseitig, sodass eine hohe Beurteilung in allen Bereichen nicht realistisch erscheint. Dies kann und soll jedoch auch nicht der Anspruch sein. Wünschenswert ist, dass die Kriterien dazu beitragen, dass Lehrkräfte die Qualität ihrer Impulse besser einschätzen und reflektiert Schwerpunkte setzen. Insgesamt bieten die Kriterien dafür gute Anhaltspunkte.

Konzeption eines Seminars zur Impulsgebung

5

In diesem Kapitel wird die Konzeption des erarbeiteten Seminars vorgestellt. Für die Konzeption mussten einige vorgegebene Rahmenbedingungen berücksichtigt werden, die sich z. B. durch die Entscheidung zur Anbindung an das Begleitseminar im Praxissemester ergeben. Daneben wurden aktiv Entscheidungen getroffen, die sich in Form von Gestaltungsprinzipien wiederfinden. Im Folgenden wird zunächst kurz auf die Rahmenbedingungen eingegangen, bevor die Gestaltungsprinzipien im darauffolgenden Abschnitt ausführlicher erläutert werden. Anschließend werden die Konsequenzen aus den Gestaltungsprinzipien in Abschnitt 5.2 durch das Design des Seminars beschrieben. Die Seminarkonzeption ist so gestaltet, dass auch andere Einsatzszenarien denkbar sind. Daher werden in Abschnitt 5.3 Alternativen vorgestellt, die in den meisten Fällen auch bereits erprobt wurden.

Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen für die Seminarkonzeption ergeben sich hauptsächlich aus der Anbindung der Sitzungen an das Begleitseminar zum Praxissemester. Die Entscheidung zu dieser Verknüpfung wurde getroffen, um einerseits möglichst viele Studierende zu erreichen und andererseits eine Phase der eigenständigen Erprobung zu ermöglichen, was ansonsten während des Studiums nicht garantiert werden kann. Von einem Angebot eines freiwilligen Seminars wurde Abstand genommen, um die Studierenden während des ohnehin schon gut gefüllten Praxissemesters nicht mit einem Zusatztermin zu belasten.

Das Begleitseminar an der RWTH Aachen besteht je nach Semester aus insgesamt ca. 13-15 Sitzungen. Die Sitzungen finden wöchentlich statt und haben einen Umfang von 90 Minuten. Während des Praxissemesters sind die Studierenden an vier Tagen der Woche in der Schule. Während der Vorlesungszeit haben sie an einem Tag der Woche den Studientag, für den Begleitveranstaltungen der Universität vorgesehen sind. Diese bestehen aus den beiden Seminaren der Fachdidaktiken, einem Seminar der Bildungswissenschaften sowie Sitzungen zum Modul *Deutsch für Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungsgeschichte.*

Im Lehramtsstudium Mathematik an der RWTH Aachen sind bisher keine konkreten Inhalte in Bezug auf die Impulsgebung vorgesehen. Das Konzept des Dialogischen Lernens, welches für das vorgestellte Seminar zur Theorieentwicklung herangezogen wurde, wird in der Einführungsvorlesung in die Fachdidaktik Mathematik thematisiert. Es werden hierbei jedoch nur die Grundzüge beschrieben, eine intensive Behandlung des Dialogischen Lernens findet nicht statt. Für eine sinnvolle Auseinandersetzung mit der Impulsgebung ist es daher notwendig, hierfür ausreichend Zeit einzuplanen. Zusammen mit der Entscheidung, dass die Möglichkeit der direkten Umsetzung und Erprobung des Gelernten im Unterricht genutzt werden sollte, wurde die Seminarkonzeption auf zwei Sitzungen mit einem Abstand von mehreren Wochen festgelegt (s. Abschnitt 5.2.2).

Durch das Hinzunehmen von Sitzungen zur Impulsgebung müssen andere Inhalte des Begleitseminars weggelassen werden oder können nur mit weniger Zeitumfang behandelt werden. Aus Abschnitt 2.1 geht jedoch hervor, dass die Auseinandersetzung mit Merkmalen der Tiefenstruktur von Unterricht – wozu die Impulsgebung zählt – äußerst sinnvoll und für die Unterrichtsgestaltung bereichernd ist. Zudem lässt sich die Thematisierung der Impulsgebung inhaltlich gut an andere Themen anschließen. Hierbei bieten sich z. B. der Umgang mit Fehlern und Feedback, die Diagnostik anhand von schriftlichen oder mündlichen Lernendenlösungen sowie die Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit an.

Auch wenn die Impulsgebung herausfordernd sein kann, scheint es sinnvoll, sich bereits im Studium damit auseinanderzusetzen, damit sich früh ein Bewusstsein dafür entwickelt und die behandelten Inhalte nach und nach im Lehrhandeln umgesetzt werden können. Die Impulsgebung lässt sich innerhalb von zwei Seminarsitzungen nicht vollständig bearbeiten. Aber es ist möglich, in dieser Zeit den Grundstein dafür zu legen, dass eine langfristige Auseinandersetzung mit und Arbeit an der eigenen Impulsgebung stattfindet. Damit dieser Grundstein möglichst gut gelegt wird, sind bei der Seminarkonzeption einige Gestaltungsprinzipien berücksichtigt worden, die im nächsten Abschnitt vorgestellt werden.

5.1 Gestaltungsprinzipien

In Abschnitt 3.2 wurde bereits gezeigt, dass das Gelingen der Impulsgebung von zahlreichen Einflussfaktoren abhängt. Ähnlich verhält es sich mit dem Gelingen von Seminaren oder Fortbildungen. Beispielsweise spielen neben den Inhalten und dem Format die motivationalen und persönlichkeitsbezogenen Voraussetzungen der Teilnehmenden eine wichtige Rolle (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 16). In Abb. 5.1 ist

dargestellt, welche Einflussfaktoren auf Fortbildungen für Lehrpersonen einwirken. Sie werden in Kapitel 6 im Rahmen der Evaluation des vorgestellten Seminars noch näher betrachtet.

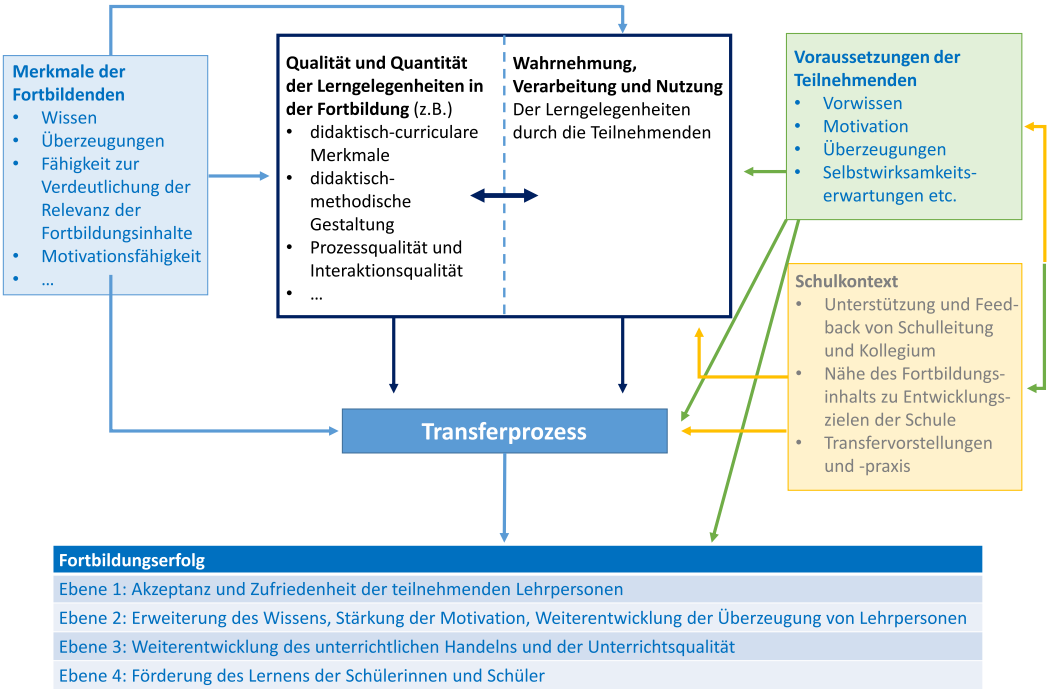


Abb. 5.1: Angebots-Nutzungs-Modell zu Einflussfaktoren im Kontext von Lehrkräftefortbildungen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 20)

An dieser Stelle wird bereits deutlich, wie zahlreich und vielfältig die Einflussfaktoren sind. Um die Erfolgswahrscheinlichkeit eines Seminars zu erhöhen und damit die Zielerreichung zu unterstützen, ist eine Berücksichtigung der Faktoren erstrebenswert. In der vorliegenden Seminarkonzeption wird vornehmlich auf die Kategorien *Qualität und Quantität der Lerngelegenheiten während der Fortbildung* und *Wahrnehmung und Nutzung* sowie teilweise auf den *Schulkontext* und die *Voraussetzungen der Teilnehmenden* Bezug genommen. Die berücksichtigten Einflussfaktoren spiegeln sich in den Gestaltungsprinzipien für das Seminar wider. Insgesamt lassen sich hierfür 17 Prinzipien aufführen. Zur besseren Übersicht werden sie nachfolgend mit zugehöriger Seitenzahl aufgelistet:

Gestaltungsprinzip	Seitenangabe
Forschungsbasierung	S. 208
Format	S. 212
Transparenz von Relevanz und Zielen	S. 213
Relevante Inhalte und Fokussetzung	S. 214
Berücksichtigung der Dimensionen von Lernprozessen	S. 216

Gestaltungsprinzip	Seitenangabe
Teilnehmendenorientierung	S. 218
Arbeit an authentischen Beispielen	S. 220
Konkrete Handlungsempfehlungen	S. 221
Persönliche Erprobung	S. 222
Erleben von Wirksamkeit	S. 224
Reflexionsanregung	S. 226
Kooperationsförderung	S. 229
Verschränkung von Input, Erprobung und Reflexion	S. 231
Abwechslungsreichtum	S. 232
Feedback	S. 233
Zusammenwirken von Kognition und Performanz	S. 235
Motivation der Teilnehmenden als Voraussetzung	S. 238

Tab. 5.1: Übersicht über die Gestaltungsprinzipien des konzipierten Seminars

Bei der Reihenfolge der Prinzipien wurde ähnlich vorgegangen wie auch bei den Einflussfaktoren auf die Impulsgebung. Sie wurden so angeordnet, dass sie in ihrem Einfluss auf die Seminarkonzeption abnehmend besprochen werden. Dazu werden sie zunächst allgemein und literaturbezogen beschrieben, bevor konkret erläutert wird, wie die Umsetzung im Seminar stattfindet.

5.1.1 Forschungsbasierung

Für die Gestaltung von unterrichtsbezogenen Fortbildungen fordert die KMK (2020, S. 5 f.) die Ausrichtung der Inhalte an Erkenntnissen der Lehr-Lernforschung sowie die Berücksichtigung der Wissenschaftsbasierung.

Auch wenn das vorgestellte Seminar für das Studium konzipiert wurde, orientieren sich die Gestaltungsprinzipien in großen Teilen an Empfehlungen für die Lehrkräftefortbildung. Dies liegt zum einen daran, dass die Impulsgebung inhaltlich häufiger in der zweiten und dritten Phase der Lehrkräfteausbildung verortet wird und die entsprechenden Curricula darauf eher Bezug nehmen. Zum anderen scheinen die Empfehlungen zur Gestaltung von Fort- und Weiterbildungen deutlich besser auf das Thema der Impulsgebung zu passen, da hier die direkte Anbindung an die Praxis in der Regel berücksichtigt wird.

Als Orientierung für die Gestaltungsprinzipien wurden insbesondere drei Quellen herangezogen. Hierbei sind zunächst die Ergebnisse der Forschungssynthese von Lipowsky und Rzejak (2021) zur Gestaltung von wirksamen Fortbildungen für Lehrpersonen zu nennen, die in Tab. 5.2 aufgeführt werden. In insgesamt zehn

Punkten fassen die Autoren die Ergebnisse ihrer Wirksamkeitsbeforschung von Lehrkräftefortbildungen zusammen. Dabei werden die zwei Bereiche *Inhaltliche Ausrichtung von Fortbildungen* und *Methodisch-didaktische Gestaltung von Fortbildungen* unterschieden. Den ersten Punkt bildet die Orientierung am Stand der Unterrichtsforschung.

Inhaltliche Ausrichtung von Fortbildungen	1. Orientierung am Stand der Unterrichtsforschung An Merkmalen der Tiefenstruktur von Unterricht ansetzen
	2. Selbstgesteuertes Lernen von Schülerinnen und Schülern Wissen über die Bedeutung von Lernstrategien aufbauen und Lernende in ihrer Selbstständigkeit unterstützen
	3. Fokussierung auf zentrale unterrichtliche Anforderungen Relevante Kernpraktiken von Lehrpersonen aufgreifen
	4. Inhaltliche Fokussierung In die Tiefe gehen und hierbei das Wissen über das Lernen von Schülerinnen und Schülern weiterentwickeln
	5. Förderung des Wirksamkeitserlebens Den Zusammenhang zwischen Lehrerhandeln und Schülerlernen analysieren
Methodisch-didaktische Gestaltung von Fortbildungen	6. Stärkung der kollegialen Kooperation Unterrichtsbezogene Zusammenarbeit anregen und etablieren
	7. Verknüpfung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen Wissen erwerben, Handeln erproben und Erfahrungen reflektieren
	8. Feedback und Coaching Lernprozesse und Erfahrungen von Lehrpersonen durch Rückmeldungen, Beispiele und Anregungen unterstützen
	9. Angemessene Fortbildungsdauer So lange wie nötig, so kurz wie möglich
	10. Bedeutsame Inhalte und Aktivitäten Durch Praxisbezug den Nutzen und die Relevanz der Fortbildungsinhalte verdeutlichen

Tab. 5.2: Ergebnisse der Forschungssynthese zur Gestaltung von wirksamen Fortbildungen für Lehrpersonen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 13)

Das Anknüpfen an Befunde der Unterrichts- und Lehr-Lernforschung stellt auch ein Merkmal nachhaltiger, unterrichtliche Handlungskompetenz entwickelnder Lehrkräftefortbildungen nach Altrichter et al. (2019, S. 11 f.) dar. Die insgesamt elf Merkmale werden nachfolgend aufgeführt. Sie werden in die Bereiche *Qualität des Lernprozesses*, *Bezug zum Unterricht* und *Strukturelle Einbettung und Stimulierung der Koordination zwischen Lehrkräften und Schulen* eingeteilt:

Qualität des Lernprozesses

1. längerfristige Arbeit
2. an der Weiterentwicklung eigenen Wissens, dessen Anwendung und Reflexion
3. kritisches Hinterfragen grundlegender Einstellungen und Überzeugungen; Angebot von Coaching und Expertenunterstützung,
4. Vielfalt methodischer Settings
5. Arbeit an der ‚Anwendungssituation': Feedback bekommen und verarbeiten sowie die eigene Wirksamkeit erleben
6. an Befunde der Unterrichts- und der Lehr-Lernforschung anknüpfen, Nutzung von Modellen effektiven Unterrichtens

Bezug zum Unterricht

7. klarer Bezug zur Unterrichtspraxis der Teilnehmerinnen und Teilnehmer: unterrichtspraktischer, fachdidaktischer und curricularer Fokus
8. das Lernen der Schülerinnen und Schüler in den Blick nehmen

Strukturelle Einbettung und Stimulierung der Koordination zwischen Lehrkräften und Schulen

9. Teilnahme mehrerer Lehrkräfte eines Standortes
10. intensive kollegiale Zusammenarbeit und Austausch ermöglichen, die über die Veranstaltung hinausgehen (professionelle Lerngemeinschaften)
11. aktive Bearbeitung der ‚back home' Situation (z. B. externe Unterstützung bei Umsetzung der Fortbildungsinhalte an der Schule)

(Altrichter et al. 2019, S. 11 f.).

Die DZLM-Gestaltungsprinzipien nach Barzel und Selter (2015) sind in Abb. 5.2 dargestellt. Im Gegensatz zu den beiden bereits aufgeführten Ergebnissen aus der Unterrichtsforschung wird hierbei ein besonderer Fokus auf die Mathematik gerichtet, auch wenn sich die Prinzipien grundsätzlich auch auf andere Fächer übertragen lassen. Es werden insgesamt sechs Prinzipien genannt, die sich zum Teil gegenseitig bedingen können. So nimmt beispielsweise der Fallbezug u. a. Einfluss auf die Teilnehmendenorientierung und die Lehr-Lern-Vielfalt, wenn individuelle Fallbeispiele aus der Praxis der Teilnehmenden besprochen werden.

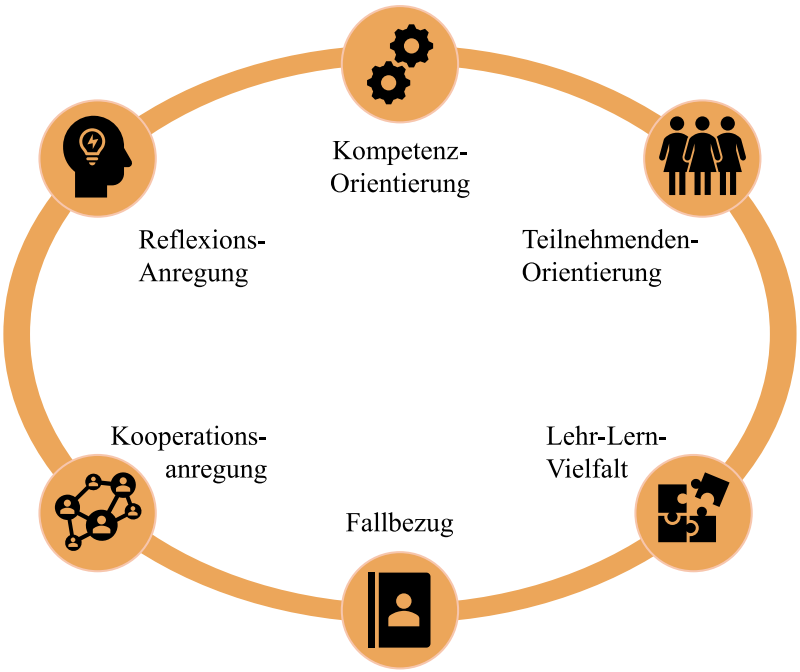


Abb. 5.2: DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen nach Barzel und Selter (2015), zitiert nach Rösike et al. (2016, Titelseite)

Umsetzung im Seminar

Mit Blick auf das konzipierte Seminar muss die Forschungsbasierung unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden: Auf der einen Seite steht die inhaltliche Ausgestaltung, auf der anderen die methodische.

Bei der inhaltlichen Ausgestaltung wird die Wissenschaft zwar mit einbezogen, aber aufgrund der Tatsache, dass hier nur wenige direkte Vorarbeiten herangezogen werden können, stützt sich die Arbeit mehr auf die Wissenschaft aus angrenzenden Bereichen wie der Kommunikationstheorie oder der Diskursanalyse. Konkret bedeutet dies, dass auf Basis der Wissenschaft eine eigene Theoriegrundlage geschaffen wird, die das Seminar inhaltlich nutzt. Bezogen auf die Auswahl der Inhalte hingegen orientiert sich die Seminargestaltung sehr stark am Stand der Unterrichtsforschung, da es mit der Impulsgebung an den Merkmalen der Tiefenstruktur von Unterricht ansetzt.

Die methodische Ausgestaltung berücksichtigt die Wissenschaftsbasierung in besonderem Maße. Von den zehn Merkmalen wirksamer Fortbildungen nach Lipowsky und Rzejak (2021) werden acht direkt eingearbeitet und ein weiteres (nämlich die Orientierung am Stand der Unterrichtsforschung) findet in Teilen Berücksichtigung. Von den elf Merkmalen nach Altrichter et al. (2019) werden

alle bis auf eines (aktive Bearbeitung der back home Situation) adressiert. Die sechs DZLM-Gestaltungsprinzipien werden alle berücksichtigt.

Insgesamt ergibt sich für das Seminar also eine möglichst hohe Orientierung am Stand der Unterrichtsforschung.

5.1.2 Format

Die bereits angesprochene Forschungsbasierung spielt nicht nur im Hinblick auf die Qualität der Fortbildung eine Rolle, sondern sie wirkt sich auch auf die Dauer der Fortbildungszeit aus:

> Wie viel Fortbildungszeit Lehrkräfte benötigen, um ihr Handeln nachhaltig weiterzuentwickeln und das Lernen der Schülerinnen und Schüler positiv zu beeinflussen, dürfte zusätzlich davon abhängen, […] inwieweit die jeweilige Fortbildungskonzeption auf empirischer Evidenz beruht (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 21 f.).

Eine Fortbildung sollte bei möglichst wenig eingesetzten Ressourcen (wie z. B. der Zeit) einen möglichst hohen Learning Outcome erzielen. Anders ausgedrückt könnte eine angemessene Fortbildungsdauer auch als „so lange wie nötig, so kurz wie möglich“ (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 13) beschrieben werden. Wenn eine Fortbildung ernsthafte Veränderungen im Handlungsrepertoire der Lehrpersonen erzielen soll, muss hierfür jedoch genügend Fortbildungszeit eingeplant werden (Altrichter et al. 2019, S. 13). Natürlich kann die Qualität einer Fortbildung nicht an ihrer Länge gemessen werden. Längere Fortbildungen bieten jedoch den Vorteil, dass den Teilnehmenden anspruchsvolle und lernwirksame Aktivitäten zur Verfügung gestellt werden können (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 21). Gleichzeitig besteht allerdings der Nachteil, dass sie aufgrund des zeitlichen Umfangs höhere Anforderungen an die Motivation der Teilnehmenden stellen (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 21). Längere Fortbildungen haben also günstigere Voraussetzungen in Bezug auf ihre Wirksamkeit, eventuell nehmen jedoch weniger Lehrpersonen aufgrund der notwendigen zeitlichen Ressourcen an ihnen teil.

Für die Weiterentwicklung unterrichtlicher Handlungskompetenzen spiegelt sich die Qualität der Lernprozesse in einer längerfristig angelegten Arbeit wider, die oft in einer Abfolge von Präsenz- und Transferphasen umgesetzt wird (Altrichter et al. 2019, S. 12). Die Dauer einer Fortbildung bezieht sich also nicht nur auf die Zeit der synchronen Phasen, sondern auch auf den eingenommenen Zeitrahmen: Als besonders wirksam haben sich Fortbildungsformate erwiesen, die sequenzartig über

einen längeren Zeitraum stattfinden (KMK 2020, S. 13). Alternativ können kurze Schnupperfortbildungen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 58) einen Überblick über das Fortbildungsthema bieten und dazu anregen, sich in einer längeren Fortbildung vertiefter mit dem Thema auseinanderzusetzen. Insgesamt sind neben dem Format selbst auch seine Passung mit den Zielen und Inhalten entscheidend (KMK 2020, S. 6).

Umsetzung im Seminar

Für das konzipierte Seminar wurde eine Mischform aus den beschriebenen Formaten gewählt. Das Seminar besteht aus zwei Präsenzterminen von je 90 Minuten Dauer, die in einem Abstand von mindestens drei Wochen stattfinden. Zwischen den beiden Terminen ist eine Phase der eigenständigen Erprobung vorgesehen. Der Umfang des Seminars ist damit sehr überschaubar und bietet trotzdem die Möglichkeit, einen guten Einblick in das Thema der Impulsgebung zu erhalten. Wie viel Zeit die Lehrpersonen für das Erreichen der Seminarziele benötigen, ist individuell verschieden. Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass das Seminar die Impulsgebung einer Lehrperson tiefgreifend verbessern kann. Das Hauptziel muss daher in der Sensibilisierung für die Thematik gesehen werden. Die Ziele und Grenzen des Seminars werden in Abschnitt 5.2.1 näher beschrieben.

5.1.3 Transparenz von Relevanz und Zielen

Die Zielsetzung ist als einer der ersten Schritte bei der Konzeption eines Seminars oder einer Fortbildung zu sehen. Das erste Gestaltungsprinzip für Fortbildungen von Lehrpersonen ist laut DZLM die Kompetenzorientierung, die das Ausrichten der organisatorischen, methodischen und didaktischen Entscheidungen auf die Ziele der Fortbildung beinhaltet (Rösike et al. 2016, S. 3). Dazu gehört, sich bewusst zu machen, welches Wissen vermittelt, welche Kompetenzen gefördert und welche Haltungen verändert werden sollen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 18). Dies bietet Orientierung für die inhaltliche Planung, da die Aktivitäten zielgerichtet eingebaut werden können (Rösike et al. 2016, S. 3). Darüber hinaus erleichtert es die Evaluierung der Fortbildung, da die Teilnehmenden sie anhand des Grades der Zielerreichung vornehmen können. Es empfiehlt sich also, den Teilnehmenden die Ziele durch Explizierung der zu erwerbenden Kompetenzen transparent zu machen (Rösike et al. 2016, S. 3). Ansonsten bleibt unklar, welche Handlungen im Anschluss leichter von der Hand gehen, welche Probleme behoben werden können, oder anders ausgedrückt, was der Nutzen der Fortbildung ist. Dies geht einher mit der Relevanz der behandelten Inhalte. Das Schaffen bzw. Verdeutlichen der Relevanz ist ein wichtiges Qualitätskriterium bei

der Gestaltung unterrichtsbezogener Fortbildungen (KMK 2020, S. 5). Das positive Erleben einer Fortbildung hängt zu großen Teilen davon ab, ob die Relevanz der Fortbildungsinhalte verdeutlicht wurde und inwiefern die Verknüpfung der Inhalte mit der Schulpraxis gelingt (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 25). Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Relevanz der Fortbildungsinhalte anhand von praxisnahen Beispielen explizit hervorzuheben (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 60). Es ist zu erwarten, dass das Interesse der Teilnehmenden an der Fortbildung in Folge dessen steigt und sie sich motivierter darauf einlassen, was zu einer Erhöhung der Lernbereitschaft führt (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 37).

Umsetzung im Seminar

Für die konzipierten Seminarsitzungen ist vorgesehen, dass nach der regulären Begrüßung, einer kurzen Einführung und der Erläuterung des Ablaufs direkt die Ziele des Seminars offengelegt werden. Die Relevanz der Inhalte geht zum einen aus den Grundlagen zur Impulsgebung hervor, die den ersten inhaltlichen Fokus bilden. Hier wird beispielsweise erläutert, welche Ziele mit Impulsen verfolgt werden können und welche Qualitätskriterien sich dabei unterscheiden lassen. Dies zielt auf den Nutzen der Fortbildung ab. Zum anderen geht aus den Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung deutlich hervor, dass die Impulsgebung mit hohen Ansprüchen an die Kompetenzen der Lehrperson verbunden ist und daher eine intensive Auseinandersetzung erfordert. Darüber hinaus wurden Folien konzipiert, die zusätzlich die Relevanz der Thematik verdeutlichen und dabei u. a. aufzeigen, dass die Impulsgebung eine wichtige Rolle im Unterricht spielt und ihr gleichzeitig zu wenig Beachtung in der Lehrkräftebildung geschenkt wird. Diese Folien sind nicht in der regulären Konzeption enthalten und stehen daher als ergänzendes Material zur Verfügung.

5.1.4 Relevante Inhalte und Fokussetzung

Um dem Bedarf von Lehrpersonen an relevanten Fortbildungsinhalten zu entsprechen, ist der Bezug zu Kernpraktiken gut geeignet, da sie sich auf das alltägliche Handeln in der Schulpraxis beziehen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 38). Auch wenn ein Thema im Allgemeinen von hoher Relevanz sein kann, ist es ratsam, die Fortbildung auf ausgewählte Aspekte unterrichtlichen Handelns zu fokussieren, denn

> [die] meisten Fortbildungen, die sich positiv auf unterrichtliches Handeln von Lehrpersonen und auf das Lernen von Schülerinnen und Schülern auswirken, weisen einen vergleichsweise engen inhaltlichen Fokus (Content

> Focus) auf. Sie konzentrieren sich bspw. auf das fachspezifsche Curriculum eines Schuljahres, auf ein bestimmtes Unterrichtsthema, eine ausgewählte Unterrichtseinheit oder auf spezifische fachdidaktische Maßnahmen und Lehrstrategien von Lehrpersonen (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 22).

Diese Fokussierung kann die Lehrpersonen kognitiv entlasten, sodass sie ihre Wahrnehmung und ihr Handeln zielgerichteter einsetzen können (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 31). Des Weiteren lässt sich mit einem engen inhaltlichen Fokus die Verknüpfung zwischen den Beispielen aus der Fortbildung und der Anwendung im Unterricht leichter herstellen, sodass bessere Voraussetzungen für den Transfer in die Praxis geschaffen werden (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 41). Außerdem sorgt eine inhaltliche Fokussierung dafür, dass Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den fachlichen Konzepten und Lernstrategien der Lernenden thematisiert werden und darauf aufbauend Schwierigkeiten im Lernprozess identifiziert sowie Maßnahmen daraus abgeleitet werden können (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 23).

Umsetzung im Seminar

Wie bereits in Abschnitt 5.1.3 beschrieben wurde, stellt die Impulsgebung eine Kernpraktik dar. Zudem hat sich in einer Studie zum Lernen von Mathematik und Naturwissenschaften gezeigt, dass die Förderung der Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden positive Auswirkungen auf die Autonomie, Kompetenz und Motivation der Lernenden hat (Kiemer et al. 2015, S. 101). Insofern befasst sich das vorgestellte Seminar mit äußerst relevanten Inhalten, die zu einem erfolgreicheren und nachhaltigeren Lernen beisteuern können.

Da die Impulsgebung als Teil der Gesprächsführung im Feld der Kommunikationsprozesse im Unterricht sehr umfangreich ist, erscheint eine Fokussetzung für das Seminar besonders wichtig. Sie findet daher auf mehreren Ebenen statt:

- Zum einen bezieht sich die Definition von Impulsen im Rahmen dieser Arbeit lediglich auf solche, die fachlich orientiert sind (s. Abschnitt 3.1.1). Impulse, die z. B. ausschließlich organisatorische Ziele oder eine Steigerung der Motivation verfolgen, werden damit ausgeschlossen.
- Darüber hinaus werden Impulse fokussiert, die als Reaktion auf einen konkreten Lernendenbeitrag gegeben werden. Einstiegsimpulse in eine Unterrichtsstunde oder zur Einführung in ein neues Unterrichtsthema werden daher nicht betrachtet.

- Auch wenn die Lernendenbeiträge schriftlicher Art sein können, werden im vorliegenden Seminar mündliche Impulse in den Fokus gerückt. Leitend ist die Vorstellung der Situation, dass die Lehrperson während des Unterrichts Lernendenbeiträge wahrnimmt und auf diese mit einem mündlichen Impuls reagiert. Wegen der grundsätzlichen Nähe ist jedoch davon auszugehen, dass für die Übertragung auf schriftliche Impulse nur geringe Transferprozesse notwendig sind.
- Für das Einfinden in den jeweiligen Lernendenbeitrag und das Finden von Impulsen werden zahlreiche Einflussfaktoren, die nach Abschnitt 3.2 Auswirkungen auf den Impulsgebungsprozess haben und zum Teil bewusst berücksichtigt werden können, im konzipierten Seminar nicht beachtet. Dies hat den Vorteil, dass der Cognitive Load deutlich reduziert wird. Nachteilig ist hingegen, dass die Einschätzung des Lernendenbeitrags schwerer fällt, wenn wenig über die Lernenden bekannt ist.

Mit der genannten Fokussetzung ist es möglich, das konzipierte Seminar auf das beschriebene Format auszulegen. Eine Änderung der Arbeitsdefinition und eine damit einhergehende Ausweitung auf weitere Impulstypen würde eine weitreichende Umgestaltung der erarbeiteten Materialien erfordern. Ein Eingehen auf schriftliche Impulse oder eine genauere Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren scheint hingegen auch mit den vorhandenen Materialien möglich, wenn der zeitliche Umfang des Seminars entsprechend angepasst wird.

5.1.5 Berücksichtigung der Dimensionen von Lernprozessen

Nach Becker-Mrotzek und Brünner (2004, S. 38 ff.) lassen sich fünf Dimensionen des Lernprozesses unterscheiden:

1. Verstehen:
2. Einsicht / Überzeugung gewinnen
3. Behalten
4. Umsetzen / Anwenden
5. Beibehalten

Die verschiedenen Dimensionen bauen hierarchisch aufeinander auf und lassen sich teilweise auch als zeitliche Entwicklung darstellen. Voraussetzung für den Einstieg in einen Lernprozess ist das Verstehen der zugehörigen Sachverhalte und Zusammenhänge. Das Verstehen ist notwendig, um das eigene Handeln theoretisch einordnen

zu können und Unterschiede zu den theoretischen Hintergründen festzustellen. Eng damit verknüpft ist die Einsicht in die kommunikativen Zusammenhänge. Damit ist gemeint, dass die Lernenden auf der Grundlage des Verstehens die Überzeugung gewinnen, dass ein bestimmtes Handeln für bestimmte Zwecksetzungen sinnvoll ist. Denn erst eine solche Überzeugung bildet das Motiv für eine Veränderung der eigenen Kommunikationspraxis (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 38). Das Verstehen und die Einsicht in kommunikative Zusammenhänge stehen zusammen am Anfang des Lernprozesses. Insbesondere die Einsicht ist eng verbunden mit den persönlichen Erfahrungen und Haltungen der Teilnehmenden und hängt auch von den vorgenommenen Zielen ab. Wenn die Teilnehmenden mit ihrem Unterricht z. B. nicht das Ziel verfolgen, die Lernenden zu autonomen Persönlichkeiten heranwachsen zu lassen, ist die Notwendigkeit von geringfügig einwirkenden und offenen Impulsen nicht zwingend gegeben. Um das Verstehen und die Einsicht zu fördern, eignen sich beispielsweise Transkriptanalysen, Gesprächssimulationen oder Fallbesprechungen, mit dem Ziel, ein Bewusstsein für das bereits vorhandene intuitive Wissen zu schaffen (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 40 f.).

Die dritte Dimension umfasst das Behalten des Gelernten, das die dauerhafte Wirkung des Lernprozesses sichert. Hierfür reicht das Verstehen noch nicht aus, denn es geht nicht automatisch mit dem Behalten einher. Zwar werden Inhalte oft während des Seminars verstanden, im Nachgang sind sie dann aber aufgrund der Fülle an Informationen und anspruchsvollen Situationen nicht mehr verfügbar. Um dem entgegenzuwirken sind konkrete Fallbeispiele aus dem Unterricht empfehlenswert, da sich die Einsicht am konkreten Fall immer wieder rekonstruieren lässt (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 41).

Das Umsetzen und die Anwendung stellen die vierte Dimension dar. Um Veränderungen im kommunikativen Handeln zu erzielen und damit damit eine langfristige Wirkung zu erreichen, muss das Gelernte in der Praxis angewendet werden, was einer Ausbildung prozeduraler Fähigkeiten entspricht (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 38). Bei der Anwendung besteht die Herausforderung darin, dass zunächst entschieden werden muss, um welchen Anwendungsfall es sich handelt und inwiefern das neu Gelernte in der Situation hilfreich sein kann. Dafür müssen die Lernenden ihr Wissen neu organisieren und flexibel einsetzen können (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 38). Es ist hierfür sinnvoll, die Teilnehmenden kommunikativ aktiv werden zu lassen und sie sich selbst in unterschiedlichen Situationen ausprobieren zu lassen, was z. B. in Form von Rollenspielen möglich ist.

Damit das neu Gelernte auch langfristig beibehalten wird, müssen entsprechende Routinen ausgebildet werden: Erst wenn die neuen Handlungsformen routinisiert

sind, haben sie auch die Flüssigkeit und Unangestrengtheit, die sie wirklich alltagstauglich machen (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 41). An dieser Stelle erscheint es wichtig zu betonen, dass Routinen nicht mit einem unreflektierten Einsatz einhergehen. Eine Routine meint, dass durch die Erfahrung die Handlungen in der jeweiligen Situation sicherer und schneller ausgeführt werden können, ohne dass ein hoher Cognitive Load entsteht. Um die Wahrscheinlichkeit des Beibehaltens zu erhöhen, bieten sich zyklische Trainings und eigenständiges Reflektieren an (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 41).

Umsetzung im Seminar

Der konkrete Aufbau des vorgestellten Seminars ist Abschnitt 5.2.2 zu entnehmen. Den Einstieg in das Seminar bilden kurze Beispielsituationen, anhand derer das Vorwissen der Teilnehmenden aktiviert, die Bedeutung der Impulsgebung für den Unterricht verdeutlicht und Motivation für die tiefere Auseinandersetzung geschaffen werden sollen. Die anschließenden Input-Phasen fördern das Verstehen und die Einsicht in den Impulsgebungsprozess. Das Seminar wird immer wieder mit Fallbeispielen angereichert, die den Bezug zum Unterricht aufrechterhalten und die Anwendung des Gelernten ermöglichen. Der Abstand zwischen den beiden Sitzungen mit einer zwischenzeitigen Erprobungsphase soll das Beibehalten des Gelernten erleichtern und eine Vertiefung der Inhalte in der zweiten Sitzung fördern.

5.1.6 Teilnehmendenorientierung

Das Einbeziehen der Bedürfnisse der Teilnehmenden und das Eröffnen von Partizipationsmöglichkeiten spielen bei der Gestaltung einer wirksamen Fortbildung eine wichtige Rolle (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 61). In den DZLM-Gestaltungsprinzipien heißt es daher:

> Eine gute Fortbildung greift die individuellen Bedürfnisse der Teilnehmenden auf und knüpft an ihre Überzeugungen an. Dazu gehört auch, die heterogenen Voraussetzungen zielgerichtet zu erfassen und in die Veranstaltungsplanung zu integrieren. Die einzelnen Teilnehmenden sind keine graue Masse, deren mangelnde Kompetenzen durch schnellen Input aufgebessert werden sollen, sondern sie können ihre Fähigkeiten und ihr Wissen aktiv in die Fortbildung einbringen (Rösike et al. 2016, S. 7).

Darüber hinaus sollte sich die Fortbildungsplanung außerdem auf eine solide Bedarfsanalyse stützen, wenn die Lehrkräftefortbildung eine Veränderung im Handlungsrepertoire der Teilnehmenden erzielen und schließlich die Ebene der Schülerinnen und Schüler erreichen will (Altrichter et al. 2019, S. 14). Die Teilnehmendenorientierung erfordert von der Seminarleitung ein hohes Maß an fachlicher Sicherheit und Flexibilität. Eine Bedarfsanalyse im Vorfeld zum Seminar kann das Eingehen auf die individuellen Bedürfnisse erleichtern, wenn dadurch die Notwendigkeit des spontanen Reagierens reduziert wird.

Umsetzung im Seminar

Für das konzipierte Seminar ist eine Bedarfsabfrage im Vorfeld oder zu Beginn der Sitzungen nicht vorgesehen, da bei der ursprünglichen Seminarkonzeption davon ausgegangen wird, dass die beiden Sitzungen zur Impulsgebung in ein bestehendes Seminar (z. B. begleitend zum Praxissemester oder Fachseminar im Referendariat) eingebunden werden und somit die Teilnehmenden der Seminarleitung bereits bekannt sind. Bei einem anderweitigen Einsatz ist dies natürlich adaptierbar. Um für die Teilnehmenden zu Beginn des Seminars eine gemeinsame Ausgangsbasis zu schaffen, wird der Input zu den theoretischen Grundlagen genutzt.

Insgesamt baut die Seminarkonzeption sehr stark auf den Austausch zwischen den Teilnehmenden und ermöglicht ihnen hierbei Partizipation. Eine erste Austauschrunde findet nach der Übersicht über den Impulskatalog statt, bei der die Teilnehmenden nach Rückmeldungen zu den Ansätzen und den Kategorisierungen gefragt werden. Grundsätzlich sollte den Teilnehmenden jederzeit ermöglicht werden, Fragen, Anmerkungen oder Beispiele aus der eigenen Unterrichtspraxis einzubringen.

Insbesondere in der zweiten Sitzung werden die individuellen Erfahrungen aus der Erprobungsphase dazu genutzt, einen vielschichtigen Blick auf die Impulsgebung zu erhalten und von den Erfahrungen der anderen zu profitieren. Das Seminar sieht also eine starke Einbindung des Wissens und der Fähigkeiten der Teilnehmenden vor. Eine individuelle Zielsetzung der Teilnehmenden zum Abschluss des Seminars macht die unterschiedlichen Ausgangslagen, Schwerpunktsetzungen und Fortschritte deutlich und rundet die Teilnehmendenorientierung damit ab.

5.1.7 Arbeit an authentischen Beispielen

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt anhand der Dimensionen von Lernprozessen beschrieben, braucht es Anlässe zur Übung und Anwendung, um neue Inhalte langfristig umsetzen zu können. Fallbeispiele aus dem Unterricht, die möglichst konkrete Alltagssituationen darstellen, können einen Ausgangspunkt für reichhaltige Aktivitäten und Diskussionen bilden (Rösike et al. 2016, S. 15). Sie ermöglichen es außerdem, die erlebte praktische Relevanz sowie den wahrgenommenen Nutzen zu steigern (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 37). Darüber hinaus führt die Arbeit an kurzen Ausschnitten dazu, dass sich die Teilnehmenden in einem handlungsentlasteten Raum ausprobieren können, bevor sie das Neue in den eigenen Unterricht transferieren (Rösike et al. 2016, S. 159 f.). Um die direkte Umsetzbarkeit sichtbar und den Transfer in den eigenen Unterricht greifbarer zu machen, lohnt es sich, mit Lernendenprodukten zu arbeiten oder Beispiele aus dem Unterricht der Teilnehmenden zu nutzen (Rösike et al. 2016, S. 15).

Die KMK (2004, S. 6) führt im Hinblick auf die Entwicklung von Kompetenzen im Bereich der Bildungswissenschaften, wozu die Impulsgebung mindestens teilweise gehört, u. a. folgende didaktisch-methodischen Ansätze auf:

- die Konkretisierung theoretischer Konzepte an beschriebenen und konstruierten *Beispielen*
- die Demonstration der Konzepte an literarischen oder audio-visuellen Beispielen sowie im *Rollenspiel und an Unterrichtssimulationen*
- die Analyse simulierter, audio-visuell dargebotener oder tatsächlich beobachteter *komplexer Schul- und Unterrichtssituationen und deren methodisch geleitete Interpretation* (Herv. i. Orig.).

Aus den genannten Ansätzen wird deutlich, dass der Faktor der Authentizität eine wichtige Rolle spielt. Dies spiegelt auch die Wirksamkeitsforschung wider: Fortbildungen, in denen eine Ähnlichkeit zwischen den Lernsituationen und den Anwendungssituationen in der Praxis besteht, erleichtern den Transfer der Inhalte (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 41). Auch hierfür eignen sich wieder Fallbeispiele aus dem eigenen oder fremden Unterricht, die eine Analyse aus dem Blickwinkel der Fortbildungsinhalte ermöglichen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 59). Durch den Einsatz von Unterrichtsvideos kann außerdem eine hohe Unterrichtsnähe erzielt werden, wobei zusätzlich die Komplexität von Unterricht anhand der Unterrichtsausschnitte zum Vorschein kommt (Lindmeier 2013, S. 15). Neben der Authentizität der Materialien, die einen Untersuchungsgegenstand darstellen, ist die Anwendbarkeit der zur Verfügung gestellten Materialien, die als Handreichungen eingesetzt werden, äußerst

wichtig: Das unterstützende Material sollte die Anwendung der in der Fortbildung gelernten Inhalte fördern und den Transfer in den eigenen Unterricht erleichtern (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 22).

Umsetzung im Seminar

Das konzipierte Seminar sieht eine systematische Verfolgung der genannten Ansätze vor. Die teilweise abstrakte Theoriegrundlage wird immer wieder an konkreten Beispielen erläutert. Diese wurden zum Teil aus der Literatur, aus der eigenen Unterrichtserfahrung oder aus dem Unterricht anderer Lehrpersonen entnommen, sodass eine hohe Authentizität gewährleistet ist. Eine Konstruktion von eigenen Beispielen wurde nur selten vorgenommen. Die Anwendung und Analyse stützt sich auf Beispiele verschiedenster Art wie schriftliche Lernendenbeiträge, von Lernenden kommentierte Aufgabenbearbeitungen oder audiovisuelle Mitschnitte und Transkripte aus dem Unterricht. Dies ermöglicht eine Anwendung des Gelernten in vielfältigen Situationen. Die unterstützenden Materialien sind so angelegt, dass sie auf die jeweiligen Fallsituationen angewendet werden können und durch die stetige Angabe von Beispielen die Inhalte sehr praxisnah verdeutlichen, sodass der Transfer in den Unterricht leichter fällt.

5.1.8 Konkrete Handlungsempfehlungen

Neben dem weiter vorne bereits beschriebenen Erleben von Wirksamkeit ist die Modellierung effektiver Praxis ein Qualitätskriterium zur Gestaltung unterrichtsbezogener Fortbildungen (KMK 2020, S. 5). Die Forderung nach konkreten Handlungsempfehlungen oder sogar -anweisungen ist gut nachvollziehbar, da der Transfer der gelernten Inhalte in die eigene Praxis dadurch erleichtert wird: Fortbildungsteilnehmende brauchen konkrete Anregungen für die Umsetzung des Gelernten, um es in die eigene Praxis integrieren und die eigenen Unterrichts- bzw. Fortbildungsroutinen und -praktiken verändern zu können (Rösike et al. 2016, S. 15). Wie konkret diese Anregungen sein sollen, kann natürlich nicht genau festgelegt werden. *Möglichst konkret* sollten sie sein. Um konkrete Hinweise für die Praxis zu geben, empfiehlt sich die Arbeit an Fallbeispielen aus dem Unterricht, die es ermöglichen, dass die Teilnehmenden die Beispiele mit der eigenen Praxis verknüpfen können (Rösike et al. 2016, S. 15). Wenn diese konkreten Praktiken wenig komplex und für die Teilnehmenden im eigenen Unterricht schnell umsetzbar sind, sind die Chancen für einen gelingenden Transfer erhöht (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 38). Darüber hinaus bietet es sich an, nicht nur konkrete Praktiken zu empfehlen, sondern auch

ausgearbeitete Materialien zur Verfügung zu stellen, die den Transfer in die eigene Schulpraxis unterstützen (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 22). Nach dem Motto „Think big, but start small" von Guskey (1994) sollten zunächst kleine Veränderungen und leicht umsetzbare Maßnahmen thematisiert werden, um die Lehrpersonen nicht zu überfrachten und ihnen vor Augen zu führen, dass sie die Weiterentwicklung ihres Unterrichts selbst in der Hand haben (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 27).

Umsetzung im Seminar

Die Ziele und Grenzen des entwickelten Seminars werden erst zu einem späteren Zeitpunkt näher beschrieben (s. Abschnitt 5.2.1). Dennoch soll an dieser Stelle kurz umrissen werden, was die vorliegende Arbeit im Hinblick auf konkrete Handlungsempfehlungen leisten kann. Wer erwartet, mit den erstellten Materialien Kochrezepte an die Hand zu bekommen, wird enttäuscht werden. Es können keine Impulse als solche vorgestellt werden, die die Qualität der Unterrichtsgespräche in jedem Fall verbessern. Dafür hängt das Gelingen der Impulsgebung von zu vielen Faktoren ab (s. Abschnitt 3.2). Dennoch wird versucht, allgemeine und konkrete Anregungen auszusprechen. Diese beziehen sich im vorgestellten Seminar sowohl auf die inhaltliche als auch auf die methodische Ebene. Durch das Herausarbeiten von Handlungsmöglichkeiten und Alternativen wird das Repertoire der Teilnehmenden erweitert und mögliche Auswirkungen des eigenen Handelns analysiert. Auf methodischer Seite lassen sich u. a. die gezielte Arbeit mit dem Impulskatalog und das Setzen von langfristigen Zielen im Sinne von small steps sowie die kollegiale Hospitation und gemeinsame Reflexion auf Grundlage eines Beobachtungsbogens festhalten.

Darüber hinaus werden in einem extra Kapitel dieser Arbeit übergeordnete Lehren und eine Zusammenfassung konkreter Anregungen aufgeführt. Alle Materialien zum konzipierten Seminar sind frei zugänglich und stehen auch nach Ende des Seminars weiterhin zur Verfügung. Insbesondere wird empfohlen, die Qualitätskriterien von Impulsen als theoretische Grundlage sowie den Impulskatalog als praktische Unterstützung und langfristige Quelle für die Entwicklung der eigenen Impulsgebung heranzuziehen.

5.1.9 Persönliche Erprobung

Die Darstellung der Dimensionen von Lernprozessen hat verdeutlicht, wie wichtig es ist, dass die Lernenden selbst kommunikativ aktiv werden, um das Gelernte umzusetzen und sich auch später noch daran erinnern zu können. Dies kann zum

Beispiel durch Gesprächssimulationen, strukturierte Kommunikationsübungen oder auch Fallbesprechungen (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 41) erreicht werden. Darüber hinaus führt die KMK (2004, S. 6) die folgenden Möglichkeiten an, um die Entwicklung der notwendigen Kompetenzen zu fördern:

- die *persönliche Erprobung und anschließende Reflexion* eines theoretischen Konzepts in schriftlichen Übungen, im Rollenspiel, in simuliertem Unterricht oder in natürlichen Unterrichtssituationen oder an außerschulischen Lernorten
- die Analyse und Reflexion der eigenen *biographischen Lernerfahrungen* mit Hilfe der theoretischen Konzepte
- die Erprobung und den Einsatz unterschiedlicher Arbeits- und Lernmethoden und Medien in Universität, Vorbereitungsdienst und Schule […]
- die Kooperation bei der Unterrichtsplanung sowie gegenseitige Hospitation und gemeinsame Reflexion (Herv. i. Orig.).

Der Vorteil von persönlichen Erprobungen ist, dass die Folgen des kommunikativen Handelns direkt sichtbar werden. Konkrete Handlungspraktiken können sofort ausprobiert und weiterentwickelt werden. Dabei empfiehlt es sich, an die Vorerfahrungen und bisherigen Praktiken der Teilnehmenden anzuknüpfen, um den Transfer der Inhalte zu unterstützen und schnellere Lernerfolge zu erzielen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 38).

Eine besondere Form der persönlichen Erprobung stellen Rollenspiele dar. Durch das Üben anhand von konkreten Kommunikationssituationen haben sie einen entscheidenden Einfluss auf den nachhaltigen Erfolg einer Fortbildung, wobei die zugrundeliegenden Kontexte möglichst aus dem Alltag der Teilnehmenden zu entnehmen sind (Hertzsch und Schneider 2018, S. 93). Rollenspiele oder auch Formen des Microteachings bieten die Gelegenheit, spezifische Fertigkeiten und Verhaltensweisen unter vereinfachten Bedingungen zu erproben, bevor sie im eigenen Unterricht angewendet werden (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 27).

Umsetzung im Seminar

Eine persönliche Erprobung wird für das konzipierte Seminar großgeschrieben. Sie findet sowohl in Form von Übungseinheiten im Seminar selbst als auch in einer separaten Erprobungsphase zwischen den Seminareinheiten statt (s. Abschnitt 5.2.2). In den Seminarsitzungen wird das Gelernte stets praktisch angewendet. Zum Einfinden in die Thematik werden zunächst in kleineren Übungen

Impulse formuliert. Anschließend werden Analysen von Impulsbeispielen anhand von verschiedenen Ausgangsmaterialien vorgenommen (s. Abschnitt 5.1.7). Die Variation der Impulsgebung und die Reflexion der jeweiligen Auswirkungen sind hierbei entscheidende Teilschritte. Für die Erprobungsphase in der Schule erhalten die Teilnehmenden einen Arbeitsauftrag, der sie bei der Umsetzung anleiten soll. Hierfür wird empfohlen, einzelne Aspekte aus den Übungen des Seminars herauszugreifen und sich darauf zu fokussieren. Auch wenn das Ziel verfolgt wird, langfristig flexibel auf die Lernendenbeiträge eingehen und spezifische Impulse setzen zu können, stehen am Anfang kleinere Veränderungen. Dies entspricht der Empfehlung von Watson und Mason (1998, S. 9), die sich dafür aussprechen, zunächst mit wenigen Fragetypen bzw. Impulsansätzen zu beginnen, um ein Gefühl für deren Auswirkungen zu bekommen.

Die eigentliche Seminarkonzeption sieht aufgrund der nötigen zeitlichen Ressourcen keine Einbindung von Rollenspielen vor. Allerdings findet sich in den Zusatzmaterialien eine Übung in Form eines Rollenspiels, das je nach Bedarf und Vorerfahrungen der Teilnehmenden individuell eingebaut werden kann (s. Anhang C.1.11).

5.1.10 Erleben von Wirksamkeit

Ein wesentliches Element für den nachhaltigen Erfolg einer Fortbildung stellt das Erleben von Wirksamkeit der Teilnehmenden dar. Lehrpersonen sollten in einer Fortbildung die Erfahrung machen, dass die vorgestellten Ansätze erfolgreich eingesetzt werden können (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 26). Dies entspricht den Forderungen der KMK (2020, S. 5), die als ein Qualitätskriterium von Fortbildungen die Gelegenheit zum Erleben von Wirksamkeit benennt. Auch die internationale Bildungsforschung kommt zu dem Schluss, dass das Wirksamkeitserleben ein Merkmal nachhaltiger, unterrichtliche Handlungskompetenz entwickelnder Lehrkräftefortbildungen darstellt (Altrichter et al. 2019, S. 11 f.). Wird die Selbstwirksamkeitserwartung der Teilnehmenden aufgrund des Erlebens von Wirksamkeit gestärkt, geht dies mit einem gesteigerten Kompetenzerleben einher, was sich wiederum auf die Auswahl und Intensität künftiger Handlungen auswirkt. Konkret bedeutet dies: Erkennen die Teilnehmenden, dass sich der Kompetenzausbau in einem Bereich lohnt, hat dies Einfluss auf die Anstrengungsbereitschaft, sich in diesem Bereich weiterzuentwickeln (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 44). Eng verknüpft mit dem Erleben von Wirksamkeit ist also die wahrgenommenen Relevanz und die Motivation der Teilnehmenden: Wenn die Lehrpersonen die Relevanz der Inhalte erkennen und ihre Wirksamkeit

wahrnehmen, ist schließlich auch mit einer Steigerung ihrer Motivation zu rechnen (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 26).

Das Erleben von Wirksamkeit kann u. a. dadurch erreicht werden, dass die Fortbildung konkrete Handlungspraktiken in den Blick nimmt. Entscheidend dabei ist, dass die Teilnehmenden erkennen, dass sie die entsprechenden Veränderungen selbst in der Hand haben (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 38). Das Erleben von Wirksamkeit wird außerdem gestärkt, wenn die Fortbildung die Beziehung zwischen den Aktivitäten der Lehrpersonen und den Auswirkungen auf den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler in den Blick nimmt (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 43). Darüber hinaus wird empfohlen, nach dem Prinzip „Think big, but start small" von Guskey (1994) vorzugehen und zunächst eng umfasste, konkrete Handlungen von Lehrpersonen in den Blick zu nehmen, bevor nach und nach komplexer werdende Ansprüche an die Teilnehmenden gestellt werden (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 27).

Umsetzung im Seminar

In der Seminarkonzeption wird das Erleben von Wirksamkeit auf mehreren Ebenen berücksichtigt, allein der Gegenstand des Seminars ist hierfür vielversprechend. Die Impulsgebung ermöglicht das Erleben von Wirksamkeit in besonderem Maße, denn

> insbesondere Aspekte der Lehrer-Schüler-Interaktion (z. B. Lehrerfragen, Feedback, Lenkung von Unterrichtsgesprächen, Wartezeiten nach Lehrerfragen) eignen sich dazu, Lehrpersonen die Verbindung zwischen dem eigenen Handeln und den Reaktionen der Lernenden aufzuzeigen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 44).

Eine solche Verbindung wird in den Analysen der Fallbeispiele immer wieder untersucht, sodass stets reflektiert wird, welche Auswirkungen die Impulse auf den Lernprozess haben könnten bzw. hatten. Damit wird sichtbar, dass sich der Kompetenzausbau in diesem Bereich lohnt.

Die Aufteilung des Seminars in zwei Sitzungen und eine zwischenzeitige Erprobungsphase unterstützt das Erleben von Wirksamkeit zusätzlich. Die Lehrpersonen können nach der Erprobungsphase bewusster wahrnehmen, ob und wie sie das Gelernte umsetzen konnten und welche Auswirkungen sie dabei erlebt haben. In der Erprobungsphase in der Schule werden die Teilnehmenden mit kleineren Aufträgen angeleitet, die es erlauben, den Fokus auf die Auswirkungen ihrer Impulsgebung zu lenken. Beispielsweise werden sie dazu aufgefordert, in einer Unterrichtsstunde bewusst bis zu drei Impulsansätze gehäuft einzusetzen

und wahrzunehmen, wie es ihnen selbst dabei ergeht und welche Konsequenzen sie in Bezug auf die jeweiligen Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler feststellen können.

Etwas selbst in der Hand zu haben bedeutet schließlich auch, sich der eigenen Ansprüche bewusst zu werden und auf dieser Grundlage Ziele für die Weiterentwicklung zu formulieren. Daher bildet das Formulieren von langfristigen Zielen den Abschluss des Seminars. Es verdeutlicht, dass die Arbeit an der Impulsgebung mit der Teilnahme am Seminar lange nicht abgeschlossen sein kann, sondern langfristig angelegt sein muss.

Insgesamt lässt sich sagen, dass bei der Seminarkonzeption der Ansatz des Dialogischen Lernens stets mitgedacht wurde. Er findet sich nicht nur in den Inhalten selbst wieder, sondern auch in der Zielsetzung und im methodischen Aufbau. Die eigenständigen Erfahrungen und die gemeinsame Reflexion darüber spielen insbesondere in der zweiten Seminarsitzung eine wichtige Rolle.

5.1.11 Reflexionsanregung

Die Reflexion wurde bereits mehrfach in Verbindung mit den anderen Gestaltungsprinzipien angesprochen. Aufgrund ihrer hohen Relevanz soll sie an dieser Stelle noch einmal explizit dargestellt werden.

Die Reflexion eigener Erfahrungen und Verhaltensweisen sollte mit Blick auf einen nachhaltigen Erfolg bei der Konzeption einer Fortbildung mitbedacht werden (Hertzsch und Schneider 2018, S. 93). Die Bildungsforschung hat gezeigt, dass das Hinterfragen grundlegender Einstellungen und Überzeugungen bzw. die Reflexion ein entscheidendes Merkmal nachhaltiger Lehrkräftefortbildungen darstellt (Altrichter et al. 2019, S. 11-12). Auch die KMK (2020, S. 5) schreibt Fortbildungen eine hohe Wirksamkeit zu, die u. a. die Reflexion über die eigene Praxis ermöglichen. Dabei sind Reflexionsphasen aus mehreren Gründen wichtig. Zum einen ist professionelles Handeln von Lehrpersonen meist sehr stabil und lässt sich nur schwer ändern, sodass der Prozess der Reflexion unterstützt werden sollte (Altrichter et al. 2019, S. 12). Es braucht also Reflexionskompetenzen, um die Notwendigkeit einer Kompetenzerweiterung zu erkennen. Die Fähigkeit der Reflexion lässt sich daher durch eine Bewusstmachung der Relevanz der Lerninhalte unterstützten (s. Abschnitt 5.1.3). Zum anderen benötigen Lehrpersonen Reflexionskompetenz, um eine Erweiterung der eigenen Handlungskompetenz vornehmen zu können (Koerber 2019, S. 194). In ihrer Studie haben Jeschke et al. (2020, S. 159) gezeigt, dass eine Stärkung der reflexiven Kompetenzen von Mathematik-Lehrpersonen positiven Einfluss auf

ihre aktionsbezogenen Kompetenzen hat. Um die Erkenntnisse aus der Fortbildung nachhaltig zu verankern, sollte also die Reflexionskompetenz der Teilnehmenden gefördert werden.

Insbesondere in Bezug auf die Gesprächsführung ist die Reflexionsfähigkeit entscheidend, da Kommunikationssituationen sehr individuell und zu vielen Einflussfaktoren ausgesetzt sind, als dass Vorgaben oder Hinweise eins zu eins umgesetzt werden könnten. Bittner (2006, S. 169 f.) nennt daher die selbstkritische Reflexion als unabdingbar für die Verbesserung der kommunikativen Kompetenzen:

> Das A und O eines guten Unterrichtsdialogs ist es […], sein eigenes Tun stetig selbstkritisch zu reflektieren, sich aber ebenso skeptisch beobachten zu lassen, um anhand vorliegender oder selbstgefundener Kriterien das eigene Dialogverhalten und Sprachgebaren einzuschätzen, zu überprüfen und zu verbessern.

Die KMK (2004, S. 6) nennt im Hinblick auf die Reflexion folgende Möglichkeiten, die zur Förderung der Kompetenzen geeignet sind:

- die persönliche Erprobung und anschließende Reflexion eines theoretischen Konzepts in schriftlichen Übungen, im Rollenspiel, in simuliertem Unterricht oder in natürlichen Unterrichtssituationen oder an außerschulischen Lernorten
- die Analyse und Reflexion der eigenen biographischen Lernerfahrungen mit Hilfe der theoretischen Konzepte
- die Kooperation bei der Unterrichtsplanung sowie gegenseitige Hospitation und gemeinsame Reflexion.

Es ist zu erkennen, dass sich Reflexionen sowohl auf theoretische als auch auf praktische Phasen beziehen, die wiederum verschiedene Aspekte in den Fokus rücken können. So kann etwa über die verwendeten Aufgaben, die Lernendenlösungen sowie die dahinterliegenden Denkweisen und Vorstellungen, die Übertragbarkeit auf den eigenen Unterricht oder die eigenen Überzeugungen reflektiert werden. Inwiefern während einer Fortbildung Reflexionsprozesse dazu stattgefunden haben, zeigt sich vor allem am Ende, wenn Erkenntnisse und Einsichten zusammengetragen werden (Rösike et al. 2016, S. 26). Hierzu bietet sich ein Vierschritt der Reflexion an, bei dem nacheinander reflektiert wird, was passiert ist, wie die Gefühlslage während der Situation war, welche Ergebnisse daraus abzuleiten sind und zuletzt welche Schlüsse für zukünftige Situationen daraus gezogen werden können (Koerber 2019, S. 199).

Umsetzung im Seminar

Die Impulsgebung einer Lehrperson lässt sich durch eine Teilnahme am vorgestellten Seminar sicherlich nicht vollumfänglich umstellen. Das Seminar kann aber anhand von Reflexionsanlässen dazu anregen, die Impulsgebung Stück für Stück und damit nachhaltig zu verändern, einen kritischen Blick einzunehmen und sich selbst immer wieder in Frage zu stellen und zu überprüfen.

Ob nach kleineren Übungen oder längeren Phasen der Erprobung im Unterricht, im vorgestellten Seminar wird eine zyklische Herangehensweise angestrebt, sodass Reflexionsphasen vielfach angeregt werden. Teilweise finden sie im Kleinen statt, beispielsweise ist im Anschluss an die erste Übung gefragt, wie leicht oder schwer den Teilnehmenden die Aufgabe gefallen ist, um die Herausforderungen bei der Impulsgebung zu verdeutlichen. Im Verlauf des Seminars werden die Reflexionsphasen sowohl zeitlich als auch im Hinblick auf ihre Tiefgründigkeit ausgebaut. So befasst sich die zweite Sitzung zu großen Teilen mit der Reflexion der Erprobungsphase, dem Sammeln von Erkenntnissen und dem Transfer des Gelernten auf zukünftige Situationen. In den Reflexionsphasen wird der in der Literatur vorgeschlagene Vierschritt zwar nicht durchgängig eingehalten, aber die einzelnen Bestandteile tauchen immer wieder auf. Der Schritt des Nachsinnens der eigenen Positionierung, der besonders zu Seminarbeginn betont wird, entspricht in besonderem Maße dem Ansatz des Dialogischen Lernens und findet im vorgestellten Seminar vielfach Anwendung.

Entsprechend der Ziele des Seminars geht es nicht darum, bestimmte Handlungsweisen in Bezug auf die Impulsgebung vorzuschreiben, sondern es geht hauptsächlich darum, sich durch Reflexionen bewusst zu werden, inwiefern Impulse der Lehrperson in die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler einwirken können. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei die Feststellung der eigenen wie der fremden Handlungsmuster. Da Eigen- und Fremdwahrnehmung stark voneinander abweichen können, ist das Beobachten lassen im eigenen Unterricht wichtig. Insbesondere in Bezug auf Sprache fallen persönliche Muster oftmals nicht auf. Watson und Mason (1998, S. 4) beschreiben, dass sie beim Sammeln von mathematischen Fragen und Impulsen oftmals festgestellt haben, wie sie selbst Fragen formulieren bzw. wie jemand anderes vorgeht. Demnach heißt es in dem in dieser Arbeit vorgestellten Seminar auch nicht „So muss es gemacht werden!“, sondern „Hier sind einige Möglichkeiten, wie es gemacht werden kann“. Aufgrund der hohen Zahl an Einflussfaktoren (s. Abschnitt 3.2) ist es kaum möglich, vorzuschreiben, wie eine Lehrperson Impulse zu geben hat. Dies ist ein

Grund dafür, weshalb die Seminarkonzeption stark auf die Reflexionsfähigkeiten der Lehrpersonen setzt und diese fördert. Es ist Aufgabe der Teilnehmenden, selbst herauszufinden, welche Möglichkeiten in der jeweiligen Situation geeignet sind. Da sie ihre Lerngruppen und die jeweiligen Bedingungen am besten kennen, können sie die Auswirkungen auch am besten einschätzen. In dieser Vorgehensweise spiegelt sich die zuvor beschriebene methodische Umsetzung des Dialogischen Ansatzes ebenfalls wider.

5.1.12 Kooperationsförderung

Gelegenheiten für intensive Kooperationen und den Austausch mit anderen Lehrpersonen haben sich als wichtige Merkmale wirksamer Fortbildungen herausgestellt (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 24). Auch die KMK (2020, S. 5) nennt als besonders wirksame Fortbildungsformate solche, die die systematische Kooperation mit anderen Teilnehmenden ermöglichen. Durch Kooperationen ergeben sich viele Vorteile:

> Gelungene Fortbildungen bieten ausreichend Gelegenheit und Anregungen für die Teilnehmenden in Kooperation zu treten. Handlungsroutinen aufzubrechen und zu verändern gelingt in einem ersten Schritt besonders gut durch Diskussionen und Gespräche mit Kolleginnen und Kollegen. Professionelle Lerngemeinschaften bieten hier einen besonders geeigneten Rahmen zur professionellen Entwicklung. Professionelle Lerngemeinschaften sind Gruppen von Lehrpersonen, die gemeinsam ihren Unterricht reflektieren und dabei das Ziel verfolgen, ihre eigene Unterrichtspraxis zu verbessern (Rösike et al. 2016, S. 21).

Neben dem inhaltlichen Nutzen ist die Aussicht auf kollegialen Austausch und Zusammenarbeit zusätzlich ein Grund dafür, weshalb Lehrpersonen an Fortbildungen teilnehmen, sodass die Realisierung von kollaborativen Arbeitsphasen zur Motivationssteigerung beitragen kann (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 46). Die Stärkung kollegialer Kooperationen gehört zur methodisch-didaktischen Gestaltung einer Fortbildung und besteht in der unterrichtsbezogenen Zusammenarbeit (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 13). Diese kann auf verschiedene Arten realisiert werden: Durch die Bearbeitung von Aufgaben und die Analyse von Fallbeispielen in Tandems und Teams, durch gegenseitige Besuche von Unterricht oder durch das gemeinsame Entwickeln von Ansätzen und Konzepten (Rösike et al. 2016, S. 21). Leisen (2007, S. 2) empfiehlt für das Lernen einer gelingenden Gesprächsführung im Unterricht eine

gegenseitige kollegiale Hospitation und Beratung und rät für die Auseinandersetzung mit sich selbst zur Videografie.

Umsetzung im Seminar

Die grundsätzliche Zusammensetzung des konzipierten Seminars kann als professionelle Lerngemeinschaft angesehen werden, da hier (angehende) Lehrpersonen zusammenkommen und gemeinsam an dem Ziel arbeiten, ihre Impulsgebungskompetenzen weiterzuentwickeln. Durch die Anbindung an das Praxissemester oder das Referendariat ist gewährleistet, dass die Teilnehmenden an unterschiedlichen Schulen tätig sind und damit vielfältige Sichtweisen einbringen können.

Rösike et al. (2016, S. 21) haben Monitoring-Fragen zur Umsetzung der Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen aufgestellt, wozu auch die Kooperationsanregung gehört. Im vorgestellten Seminar werden diese Fragen teilweise berücksichtigt. Die professionelle Entwicklung der Impulsgebung wird im Seminar durch kollaboratives Arbeiten und das Anregen von Kooperationen an mehreren Stellen unterstützt. Dabei werden zum einen innerhalb eines Präsenztermins Gelegenheiten für kollegialen Austausch geschaffen als auch in der Erprobungsphase in der Schule die Initiierung von professionellen Lerngemeinschaften angeregt. Konkret wird die Kooperationsförderung wie folgt vorgenommen:

- Es wird gemeinsam an Aufgaben zu Situationen der Impulsgebung im Unterricht gearbeitet und gemeinsam werden Handlungsalternativen in Bezug auf die Impulsgebung zu konkreten Unterrichtssituationen entwickelt.
- In der Erprobungsphase werden die Teilnehmenden dazu angeregt, ihr eigenes unterrichtliches Handeln durch andere (angehende) Lehrpersonen beobachten zu lassen. Sie lernen dadurch die Vorzüge gegenseitiger Hospitationen kennen, was einen Grundstein für langfristig angelegte und im Schulalltag verankerte Kooperationen schafft.
- Es finden Diskussionen statt, bei denen sich alle Teilnehmenden einbringen und sich in der Tiefe mit den Fragestellungen auseinandersetzen können. Durch den Erfahrungsaustausch wird bereits Gelungenes wie noch Herausforderndes offengelegt. Dies bietet Anlass für gegenseitige Unterstützung.
- Das Festlegen von langfristigen Zielen am Ende des Seminars verdeutlicht, dass eine Verbesserung der Impulsgebung weitaus mehr Zeit benötigt, als in den beiden Seminarsitzungen zur Verfügung steht. Da die Teilnehmenden im Seminar vor allem kooperativ gearbeitet haben, um ihre Impulsgebung

> zu verbessern, besteht das Potenzial, dass diese Herangehensweise für die weiteren Lernprozesse mitgenommen wird.
>
> Die von Leisen empfohlene Videografie wird im vorgestellten Seminar nicht eingesetzt, da sie mit hohem Aufwand und Ressourceneinsatz verbunden ist und nicht verhältnismäßig zur Dauer des Seminars erscheint. Stattdessen dient jedoch ein angeleiteter Beobachtungsbogen zur Fokussierung der Beobachtungen und der Sicherung der Ergebnisse aus der Erprobungsphase in der Schule. Darüber hinaus wird im Seminar mit einem kurzen Ausschnitt eines Unterrichtsvideos gearbeitet, sodass die Vorteile des Arbeitens mit Videografie sichtbar werden.

5.1.13 Verschränkung von Input, Erprobung und Reflexion

Anknüpfend an die Stärkung von kollegialen Kooperationen gehört auch die Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen zur methodisch-didaktischen Gestaltung einer Fortbildung (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 13). Dass ein Seminar in irgendeiner Weise Inputphasen enthält, ist wohl selbstverständlich. Damit das neu Gelernte erfolgreich angewendet und transferiert werden kann, ist es jedoch wichtig, auch Erprobungs- und Reflexionsphasen einzubauen und alle Phasen miteinander zu verschränken:

> Die wiederkehrende Verknüpfung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen sollte Lehrpersonen damit in die Lage versetzen, auch in neuen unterrichtlichen Situationen Parallelen und Ähnlichkeiten zu den Lernsituationen in der Fortbildung zu erkennen und damit Angebote zum Handeln […] wahrzunehmen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 51).

Die lerntheoretische Bedeutung dieser Verschränkung kann aus dem Blickwinkel verschiedener Ansätze wie dem Cognitive-Apprenticeship-Ansatz, der Transferforschung oder der Adaptice-Control-of-Thought-Rational-Theorie begründet werden. Sie gehen davon aus, dass durch die Verschränkung der drei Phasen der Aufbau, die Nutzung und der Transfer flexibel anwendbaren Wissens erleichtert wird und neue Handlungsmuster entstehen (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 50 ff.). Des Weiteren ist aus motivationaler Perspektive davon auszugehen, dass das unmittelbare Anwenden und Erleben in der Praxis die Sichtbarkeit der Relevanz erhöht und damit zu einer Steigerung der Motivation beiträgt (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 52). Auch wenn eine verbindende Berücksichtigung aller drei Phasen mit der Notwendigkeit entsprechender zeitlicher Ressourcen einhergeht, scheint sich der Einsatz mit Blick auf die langfristigen Auswirkungen der Fortbildung also zu lohnen.

Umsetzung im Seminar

Im vorgestellten Seminar findet die Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen auf zwei Ebenen statt: Auf der Ebene der Seminarstruktur sowie auf der Ebene der einzelnen Seminarsitzungen. Auf der Ebene der Seminarstruktur wird die erste Sitzung hauptsächlich für den Input und erste Anwendungsübungen genutzt. Die Zeit zwischen den beiden Sitzungen dient den Teilnehmenden zur Erprobung des Gelernten in der Praxis. In der zweiten Sitzung stehen dann überwiegend die Reflexion und der Transfer in zukünftige Handlungsmuster und eine langfristige Zielsetzung im Vordergrund. Innerhalb der einzelnen Sitzungen schließen sich an Inputphasen stets Phasen der Anwendung sowie zumeist der Reflexion an, sodass die Verschränkung auch auf dieser Ebene stattfindet.

5.1.14 Abwechslungsreichtum

Die zuvor erwähnte Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen geht fast automatisch mit einer abwechslungsreichen Gestaltung und vielfältigen Aktivierung einher. Anders herum wird die Verschränkung durch die Abwechslung von kognitiven und didaktisch reichhaltigen sowie methodisch vielseitig gestalteten Aktivitäten unterstützt, da den Teilnehmenden das Eindenken in die Thematiken aus unterschiedlichen Blickwinkeln ermöglicht wird (Rösike et al. 2016, S. 10). Es liegt auf der Hand, dass nicht nur die Herangehensweisen an die Übungen, sondern auch das zugrundeliegende Material bzw. die Ausgangslage abwechslungsreich gestaltet werden sollte und somit eine enge Verbindung zur Authentizität des Materials besteht (Abschnitt 5.1.7). Die Vielfalt methodischer Settings ist nach Altrichter et al. (2019, S. 11 f.) ein Qualitätsmerkmal für Fortbildungen, die die unterrichtliche Handlungskompetenz entwickeln. Dabei ist eine für die Teilnehmenden passgenaue Methodenwahl wichtig, um in einen Prozess aus Handlungserfahrung und Reflexion einzutreten, der die schrittweise Erweiterung von Handlungskompetenz ermöglicht (Koerber 2019, S. 194).

Umsetzung im Seminar

Die Konzeption des Seminars sieht eine abwechslungsreiche Gestaltung auf folgenden Ebenen vor:

- Materialgrundlagen
- Aktivitäten

- Methoden und Sozialformen
- Dokumentationsweisen

Wie in Abschnitt 5.1.7 zur Arbeit an authentischen Beispielen bereits angedeutet, werden abwechslungsreiche Materialien für die Übungsphasen herangezogen. Verbunden wird dies mit unterschiedlichen Möglichkeiten der Aktivierung wie z. B. Erarbeitungen oder Reflexionen. Weiterhin werden verschiedene Methoden und damit einhergehende Sozialformen genutzt: Frontaler Vortrag, Partner- und Gruppenerarbeitung, Think-Pair-Share, Lerntagebucheintrag, Blitzlicht oder Sesseltanz. Der Ansatz des Dialogischen Lernens findet sich also nicht nur inhaltlich in den theoretischen Grundlagen zur Impulsgebung wieder, sondern auch methodisch in der Seminargestaltung. In den ergänzenden Materialien, die über die für die zwei Sitzungen empfohlenen Grundlagen hinausgehen, wird außerdem ein Rollenspiel zur Auswahl angeboten. Schließlich wird die Dokumentation der Ergebnisse auf mehrere Arten vorgenommen. Empfohlen wird die Verwendung eines Taskcardboards o. Ä., über das alle nötigen Materialien zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus können die Überlegungen aus den Erarbeitungsphasen durch das Erstellen neuer Karten direkt für alle Teilnehmenden zugänglich gemacht werden. Außerdem werden in einer Anwendungsphase synchron Eintragungen in einem geteilten online-Dokument vorgenommen. Das Festhalten von (Zwischen-)Ergebnissen in einem Beobachtungsbogen stellt eine weitere Möglichkeit der Dokumentation dar. Es sorgt bei der Erprobung für Entlastung und ermöglicht den Teilnehmenden, sich während dieser Phase auf ihr unterrichtliches Handeln zu fokussieren (Lipowsky und Rzejak 2021, S. 52). Darüber hinaus führt das schriftliche Festhalten der Beobachtungen zu einer Distanzierung zur Fallsituation und ermöglicht eine Nachbesprechung in Ruhe und ohne Handlungsdruck (Golus et al. 2019, S. 230).

Nach dem Prinzip des didaktischen Doppeldeckers kann der große Abwechslungsreichtum als Nebeneffekt eventuell auch dazu beitragen, dass die Teilnehmenden neue Methoden oder Kooperationsformen für ihren Unterricht entdecken.

5.1.14.1 Feedback

Feedback ist ein wichtiger Bestandteil der methodisch-didaktischen Gestaltung einer Fortbildung und kann von den Fortbildenden oder den Teilnehmenden eingefordert werden (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 28). Dabei liegen Feedback und Coaching sehr nah beieinander. Wegen der mangelnden Relevanz für die Seminarkonzeption wird die Differenzierung an dieser Stelle nicht weiter thematisiert. Beide haben das Ziel,

den Teilnehmenden die Auswirkungen ihres veränderten Handelns auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler bewusst zu machen und zu zeigen, inwiefern ihr Verhalten mit dem Lernendenverhalten verbunden ist (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 27). Lipowsky und Rzejak (2021, S. 55) sehen folgende Aktivitäten in der Hand von Coaches:

> Sie
>
> - regen die Lehrpersonen zur zielgerichteten Reflexion und Analyse der eigenen Praxis an,
> - übernehmen Teile des Unterrichts und demonstrieren (modellieren), wie das erwünschte Handeln aussehen sollte,
> - stellen eine Verbindung zwischen Praxis und Wissenschaft her, indem sie beispielsweise praktische Situationen unter Heranziehen von Forschungsbefunden beschreiben, interpretieren und erläutern,
> - unterstützen Lehrpersonen beim Transfer von Fortbildungsinhalten in die Praxis
> - konzentrieren sich in der Beratung auf Merkmale der Tiefenstruktur von Unterricht und lenken die Aufmerksamkeit der Lehrpersonen auf wesentliche Aspekte im Unterrichtsgeschehen [...] und
> - regen zu einer kontinuierlichen Auseinandersetzung mit den Fortbildungsinhalten während einer längeren Fortbildungsreihe an.

Die Fülle, Breite und Tiefe an Aufgaben zeigt, wie wichtig Feedback und Coaching für die Veränderung unterrichtlichen Handelns sind. Einige der aufgeführten Aspekte lassen sich bedingt sicherlich auch durch die Teilnehmenden selbst aufgrund ihrer Reflexionskompetenzen erfüllen. Da Eigen- und Fremdwahrnehmung jedoch stark voneinander abweichen können, sollte die Konzeption nicht ausschließlich auf der Selbstreflexion beruhen.

Umsetzung im Seminar

Rückmeldungen werden im konzipierten Seminar sowohl durch die fortbildende Person als auch gegenseitig durch die Teilnehmenden oder von anderen Lehrpersonen an der Schule vorgenommen. Idealerweise können die Teilnehmenden in der Erprobungsphase die Auswirkungen ihres veränderten Handelns zudem anhand der Lernendenreaktionen wahrnehmen.

Insgesamt werden die meisten der oben beschriebenen Coaching-Aktivitäten eingebaut. Bei der ersten Übungseinheit geht es noch darum, ohne tieferes Vorwissen und mehr aus der Intuition heraus eine spontane Einschätzung abzugeben. Im weiteren Verlauf der Sitzung werden dann Kriterien aufgeführt, anhand derer sich die Beurteilung eines Impulses vornehmen lässt. Sie können also für das gegenseitige Feedback herangezogen werden. Für die Erprobungsphase stehen den Teilnehmenden Beobachtungsbögen zur Verfügung, die sie den Beobachtenden an die Hand geben können. Je nach Interesse ist hier eine tiefere Auseinandersetzung mit der Methode des wertungsfreien Feedbacks möglich, wie sie bei Ansteeg (2022) näher beschrieben wird und sich auch für den Einsatz mit Lernenden im Unterricht eignet.

Aufgrund der Beschränkung der Seminarkonzeption auf zwei Sitzungen mit einer verbindenden Erprobungsphase ist die Übernahme von Teilen des Unterrichts zur Demonstration des gewünschten Verhaltens durch die fortbildende Person nicht möglich. Nichtsdestotrotz wird anhand der Vorstellung von Qualitätskriterien von Impulsen während des Seminars modelliert, unter welchen Gesichtspunkten sich die Güte eines Impulses einschätzen lässt. Die theoretische Grundlage wird von den Teilnehmenden in kleineren Übungen angewendet und im eigenen Unterricht praktisch erprobt. Da es sich bei der Impulsgebung selbst um ein Merkmal der Tiefenstruktur von Unterricht handelt, ist es nicht notwendig, dass beim Feedback die Aufmerksamkeit auf wesentliche Aspekte des Unterrichtsgeschehens gerichtet werden muss. Mit der zweiten Sitzung wird der Fokus auf die Reflexion und den Transfer gelegt. Hierbei regt die Seminarleitung durch das Formulieren langfristiger Ziele im Sinne einer kontinuierlichen Auseinandersetzung mit den Fortbildungsinhalten an.

5.1.15 Zusammenwirken von Kognition und Performanz

Um eine Verbesserung in der Lehrkräftebildung vornehmen zu können, ist die Modellierung professioneller Kompetenzen von Lehrpersonen eine wichtige Grundlage (Jeschke et al. 2020, S. 162). Ein oft gewählter Ansatz ist dabei die Unterteilung in Wissen, Kompetenz und Performanz. Die Aufschlüsselung mathematischen Professionswissens in Fachwissen (Content Knowledge) und fachdidaktisches Wissen (Pedagogical Content Knowledge) wurde in Abschnitt 3.2.1.2 bereits erläutert und um weitere benötigte Wissensarten wie pädagogisch-psychologisches Wissen ergänzt. Daher wird an dieser Stelle insbesondere auf das Zusammenwirken von Kognition und Performanz eingegangen.

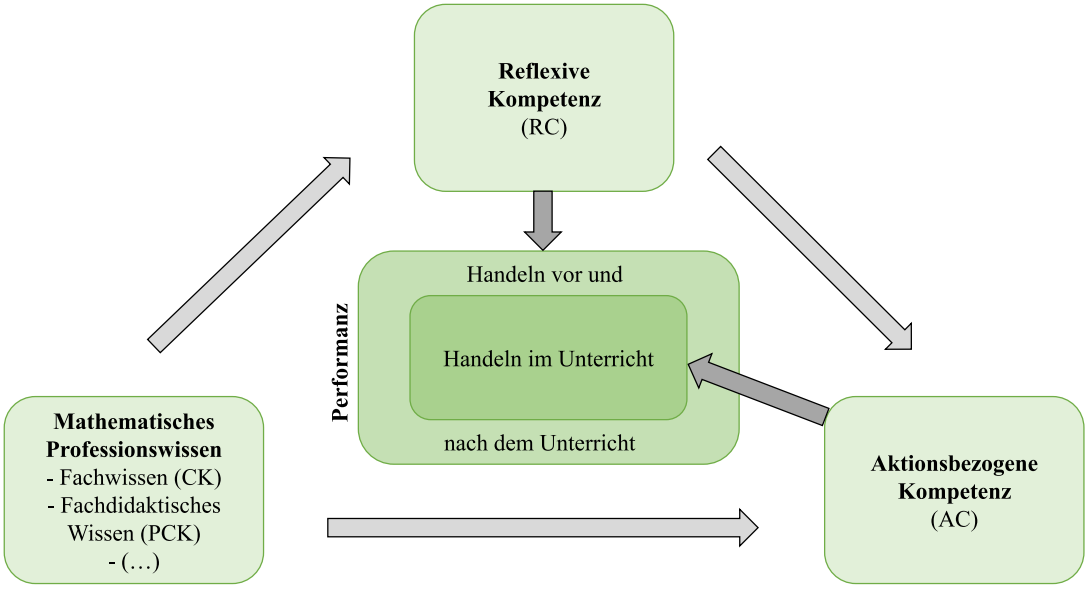


Abb. 5.3: Darstellung des Zusammenwirkens von Kognition und Performanz bei Mathematiklehrkräften (in Anlehnung an Jeschke et al. 2020, S. 163 ff.)

Die in blassgrün hinterlegten Felder des mathematischen Professionswissens sowie der reflexiven (reflective) und aktionsbezogenen (action-related) Kompetenz stehen zusammen für die Kognition. Reflexive und aktionsbezogene Kompetenzen werden von Jeschke et al. (2020, S. 163) wie folgt beschrieben:

> *Reflexive Kompetenz* (Reflective Competenzce, RC) […] beinhaltet alle kognitiven Fähigkeiten und motivational-affektiven Merkmale, die eine Lehrkraft zur Bewältigung der Anforderungen der Unterrichtsvorbereitung und -nachbereitung befähigt. RC wird benötigt, um beispielsweise eine konkrete Unterrichtsstunde zu planen, vergangenen Unterricht zu analysieren oder für eine gegebene Situation geeignete Materialien auszuwählen.
>
> *Aktionsbezogene Kompetenz* (Action-Related Competence, AC) […] beinhaltet alle kognitiven Fähigkeiten und motivational-affektiven Merkmale, die eine Lehrperson zur Bewältigung der konkreten Anforderungen des Unterrichtens unter Zeitdruck befähigt. AC wird benötigt, um beispielsweise während einer konkreten Unterrichtssituation eine Fehlvorstellung in einer Schüleraussage zu identifizieren, geeignete Rückmeldung auf eine Schülerfrage zu geben oder spontan alternative Erklärungen zu präsentieren (Herv. i. Orig.)

In Abb. 5.3 werden die Wirkungsbereiche von reflexiver und aktionsbezogener Kompetenz durch die dunkelgrauen Pfeile abgebildet. Während sich die reflexive Kompetenz auf das Handeln vor und nach dem Unterricht auswirkt, hat die aktions-

bezogene Kompetenz Einfluss auf das Handeln im Unterricht. Da die Performanz im Unterricht als eine Kernaufgabe von Lehrpersonen angesehen werden kann, bildet sie das Zentrum der Darstellung.

Mathematisches Professionswissen, reflexive Kompetenz und aktionsbezogene Kompetenz sind zwar unterscheidbare Konstrukte, sie sind aber immer im Zusammenhang zu sehen. Die blassgrauen Pfeile in Abb. 5.3 deuten an, welche Beeinflussung vorliegt. So umfassen die reflexive Kompetenz und die aktionsbezogene Kompetenz neben den jeweiligen kognitiven und motivational-affektiven auch das erforderliche mathematische Professionswissen (Jeschke et al. 2020, S. 164). Darüber hinaus hat die Forschung gezeigt, dass die reflexive Kompetenz bei der Umwandlung des deklarativen mathematischen Professionswissens in aktionsbezogene Kompetenz unterstützen kann und somit eine Mediatorrolle einnimmt (Jeschke et al. 2020, S. 165 f.). Das bedeutet, dass eine Kompetenz zur Unterrichtsreflexion es unerfahrenen Mathematiklehrkräften ermöglichen kann, im Unterricht ähnlich wie erfahrene Lehrkräfte zu denken und zu reagieren (Jeschke et al. 2020, S. 166). Konkret kann der Umwandlungsprozess beispielsweise so aussehen, dass auf der Grundlage des deklarativen mathematischen Professionswissens und mithilfe der reflexiven Kompetenz eine Antizipation der Unterrichtssituation vorgenommen und damit unerwartete Situationen vorbereitet werden, sodass im Unterricht besser darauf reagiert werden kann. Dies sorgt für eine kognitive Entlastung, und zum entsprechenden Zeitpunkt kann dank der Vorüberlegungen mehr zu einer Feinabstimmung übergegangen werden (Jeschke et al. 2020, S. 165 f.). Dieses Ergebnis ist für die Lehramtsausbildung von besonderer Bedeutung, da es die Relevanz des deklarativen Wissens und der reflexiven Kompetenz verdeutlicht. Eine Stärkung dieser beiden Bereiche kann also zu einem routinierteren und in Folge dessen reflektierteren Handeln im Unterricht beitragen und damit die Performanz steigern: „Die starke positive Korrelation von RC und AC unterstützt die Annahme, dass die Kompetenz zur Unterrichtsreflexion die Kompetenz zum Handeln in unterrichtlichen Anforderungssituationen unter Zeitdruck begünstigt“ (Jeschke et al. 2020, S. 179). Dementsprechend lohnt es sich, die reflexive Kompetenz einer Lehrperson zu fördern.

Für die Förderung von RC gibt es verschiedene Möglichkeiten. Beispielsweise bieten sich videobasierte Lehr-Lern-Konzepte oder die Arbeit mit Rollenspielen als Lerngelegenheiten an (Jeschke et al. 2020, S. 182). Sie verdeutlichen die Anforderungen aus der unterrichtlichen Praxis realitätsnah und erleichtern damit das Hineinversetzen in die jeweilige Unterrichtssituation. Daneben eignen sich auch Textvignetten, die im Gegensatz zu Videovignetten die Spontanität des Unterrichts aufgrund der Schriftlichkeit jedoch nicht so gut abbilden können (Jeschke et al. 2020,

S. 163 f.). Dafür haben textbasierte Materialien den Vorteil, dass sie das Hineinversetzen in die Praxis entschleunigen und sich die Lehrpersonen mit mehr zeitlichen Ressourcen und damit weniger Druck der Aufgabe zuwenden können.

Umsetzung im Seminar

Im vorgestellten Seminar werden alle drei Bereiche der Kognition (Mathematisches Professionswissen, reflexive Kompetenz, aktionsbezogene Kompetenz) angesprochen und gefördert. Das mathematische Fachwissen sowie grundlegendes fachdidaktisches Wissen werden dabei vorausgesetzt. Erfahrungen in der praktischen Umsetzung im Unterricht sind jedoch nicht erforderlich. Die theoretischen Hintergründe zur Impulsgebung werden im Seminar erläutert, sodass das fachdidaktische Wissen in diesem Bereich erweitert wird. Zusammen mit dem mathematischen Professionswissen kommt die reflexive Kompetenz bei der Analyse von Unterrichtsbeispielen und dem Herausarbeiten von Handlungsalternativen zum Tragen. Wie auch schon in Abschnitt 5.1.7 angesprochen, wird im Seminar sowohl video- als auch textbasiert gearbeitet. Außerdem bietet das Zusatzmaterial ein Rollenspiel für eine praxisnahe und gleichzeitig gegenüber dem Unterricht in der Schule entlastete Erprobung. Insgesamt wird die reflexive Kompetenz dazu genutzt, die Erprobung im eigenen Unterricht vorzubereiten und damit die Aneignung aktionsbezogener Kompetenz zu unterstützen. Durch die Vorentlastung sollen kognitive Kapazitäten in den jeweiligen Impulsgebungssituationen frei werden, sodass bereits bei den ersten Anwendungen des Gelernten ein reflektierteres Vorgehen ermöglicht wird. Zur expliziten Förderung der aktionsbezogenen Kompetenz dient die Erprobungsphase zwischen den beiden Sitzungen, in der der Unterricht der Teilnehmenden im Hinblick auf die Impulsgebung beobachtet und die Erfahrungen und Erkenntnisse anschließend in der zweiten Sitzung reflektiert werden. Die reflexive Kompetenz umrahmt also die Weiterentwicklung der aktionsbezogenen Kompetenz.

5.1.16 Motivation der Teilnehmenden als Voraussetzung

In Abschnitt 5.1 wurde in Abb. 5.1 anschaulich dargestellt, welche Faktoren Einfluss auf den Transferprozess und damit auf die Wirkung einer Fortbildung haben. Zu den Einflussfaktoren auf Seiten der Teilnehmenden zählen neben dem Vorwissen und ihren Überzeugungen auch ihre Motivation. Sie beeinflusst die Bereitschaft der Teilnehmenden, sich auf die Inhalte einzulassen und die Angebote zu nutzen:

> Ob eine Fortbildung Wirkung entfaltet, hängt […] wesentlich davon ab, wie die Angebote durch die teilnehmenden Lehrkräfte genutzt und verarbeitet werden […] und damit davon, über welche motivationalen, sozialen, persönlichkeitsbezogenen und kognitiven Voraussetzungen die Lehrpersonen verfügen (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 16).

Die Motivation der Teilnehmenden lässt sich zwar in gewisser Weise beeinflussen – z. B. durch die Transparenz der Ziele oder die Bewusstmachung der Relevanz und die Fokussierung auf bestimmte Inhalte (s. Abschnitt 5.1.3, Abschnitt 5.1.4) –, sie bleibt jedoch stark in der Hand der Teilnehmenden selbst. Insbesondere auf die intrinsische Motivation kann nur sehr indirekt Einfluss genommen werden. Der Nutzen einer Fortbildung vermag hier zwar viel zu unterstützen, da er enormen Einfluss auf die Handlungsbereitschaft der Teilnehmenden hat (Lipowsky und Rzejak 2019, S. 37). Eine gewisse Neugierde und ein gewisses intrinsisches Interesse an der eigenen Weiterentwicklung müssen jedoch gegeben sein. Sie sind insbesondere für das Herausarbeiten von alternativen Handlungsoptionen entscheidend. Watson und Mason (1998, S. 36) beschreiben diese Notwendigkeit für das Finden guter Fragen wie folgt:

> One powerful way to learn to ask good questions is to give rein to your own curiosity. Approaching the task of teaching by being genuinely interested in what students are thinking enables you to ask questions about the mathematics, or about the students, or about the students' ways and methods of learning mathematics, in a way which is difficult if your interest is only in the answers (Herv. i. Orig.).

Das Zitat hebt hervor, dass das Fortschreiten in der Impulsgebung von der jeweiligen Zielsetzung abhängt, die mit dem Impuls verbunden wird. Diese Zielsetzung hängt wiederum davon ab, welche Motivation der Sache insgesamt entgegengebracht wird. Es ist also für die Weiterentwicklung der Impulsgebung entscheidend, dass die Lehrpersonen der Arbeit an ihrer Impulsgebung mit Motivation begegnen, damit sie vielfältige Erfahrungen machen können, die sie für den Aufbau eines Handlungsrepertoires nutzen können.

Umsetzung im Seminar

Aus der Beschreibung der einzelnen Gestaltungsprinzipien wird ersichtlich, dass die gesamte Seminarkonzeption so angelegt ist, dass die Teilnehmenden einen größtmöglichen Nutzen aus der Veranstaltung ziehen können. Dies hat natürlich

auch positiven Einfluss auf ihre Motivation. Darüber hinaus wird erwartet, dass die Teilnehmenden einen gewissen Grad an Motivation mitbringen, sodass alle in Abhängigkeit von ihren eigenen Ansprüchen Fortschritte erzielen können. Insbesondere in Bezug auf die langfristigen Nachwirkungen des Seminars muss auf die Motivation der Teilnehmenden zur eigenständigen Weiterentwicklung gesetzt werden, da das Seminar nur Denkanstöße mitgeben und Möglichkeiten der Verbesserung aufzeigen kann. Eine langfristige Arbeit an der eigenen Impulsgebung erfordert jedoch die entsprechende Motivation und Bereitschaft der Teilnehmenden.

5.2 Design

Die Beachtung der Gestaltungsprinzipien bei der Konzeption des Seminars wurde im vorangehenden Abschnitt bereist erläutert. In diesem Abschnitt geht es um das konkrete Design, welches in Teilen bei den Erläuterungen angesprochen wurde und an dieser Stelle näher ausgeführt wird.

5.2.1 Übergeordnete Ziele und Grenzen

Um Missverständnissen oder falschen Erwartungen vorzubeugen, werden zunächst die übergeordneten Ziele und anschließend die Grenzen des Seminars abgesteckt. Es wird mit Blick auf den Outcome für die Teilnehmenden beschrieben, was das Seminar leisten kann und wo es seine Grenzen hat.

Sensibilisierung
Ähnlich wie Pólya (1966, S.11) es in seinem Werk zum Lösen mathematischer Aufgaben beschreibt, ist mit dem Seminar die Bemühung verbunden, die Teilnehmenden auf jede Art anzuspornen, sich für die Impulsgebung zu sensibilisieren und an ihr weiterzuarbeiten. Das Erreichen der Seminarziele hängt stark von der Eigenmotivation der Teilnehmenden ab, aber eine Sensibilisierung der Teilnehmenden findet ziemlich sicher in dem Sinne statt, dass die Teilnehmenden die Entwicklung der Impulsgebung als eine eigene, wichtige Aufgabe im Mathematikunterricht wahrnehmen.

Theoriehintergrund
Mit der vorliegenden Arbeit soll ein Theoriehintergrund geschaffen werden, der stark in die inhaltliche Gestaltung des Seminars einfließt. Der Theoriehintergrund ist sicherlich nicht erschöpfend, bietet aber eine gute Grundlage, um sich intensiver mit

der Impulsgebung auseinanderzusetzen. Bittner (2006, S. 12) betont den Nutzen eines solchen Theoriehintergrundes:

> Ein an Lehrstoff und Zielsetzung ausgerichteter Einsatz des Unterrichtsgesprächs erfordert daher weniger einen Ratgeber für die Praxis, aus dem kopierbare Vorlagen entnehmbar wären, sondern benötigt einen Theoriehintergrund, der zur Reflexion der Anforderungen und Erfordernisse des Schulalltags herangezogen werden kann.

Der Theoriehintergrund bietet einen Rahmen für den Wissenserwerb, Übungen und Reflexionen und unterstützt dadurch den Kompetenzaufbau. Er ist jedoch nicht als unantastbar zu sehen, sondern bedarf der ständigen Weiterentwicklung.

Angebot an Übungsmaterialien
Es wird eine intensive Auseinandersetzung mit der Impulsgebung angestrebt. Dazu werden zu allen Dimensionen des Lernprozesses (s. Abschnitt 5.1.5) passende Übungsmöglichkeiten geschaffen. Hierzu werden authentische Materialien herangezogen (s. Abschnitt 5.1.7), um die Anwendung in der Praxis bestmöglich vorzubereiten.

Gestufter Aufbau
Das konzipierte Seminar hat den Anspruch, didaktische und organisatorische Aspekte gewinnbringend miteinander zu verknüpfen und verfolgt das Ziel, in kleinen Schritten Ansätze zur Verbesserung der Impulsgebung aufzuzeigen. Es geht darum, immer wieder die Impulsgebung zu reflektieren, um ein Gefühl für ihre Auswirkungen zu bekommen. Dazu werden grundlegende Konzepte und Prinzipien in Form von Handlungsempfehlungen vermittelt, die eine gute Grundlage für erfolgreiches Unterrichten liefern. Mit dem vorliegenden Seminar wird ein kleines Rüstzeug an die Hand gegeben, ohne aber den Anspruch zu erheben, die Thematik damit vollumfassend abzubilden.

Quelle der Inspiration
Über das Seminar hinaus soll ein Interesse geweckt werden, langfristig an der eigenen Impulsgebung zu arbeiten. Die erstellten Materialien sind als Anregung zu sehen, die eigene Impulsgebung Stück für Stück und damit nachhaltig zu verändern, einen kritischen Blick einzunehmen und sich selbst bzw. den eigenen Fortschritt immer wieder zu überprüfen. Zusammen mit dem Theoriehintergrund sind die Ansätze aus dem Impulskatalog und die Übungen als Quelle der Inspiration und als Hilfe zur Weiterentwicklung gedacht. Ziel ist es, in der Impulsgebung variabler und insbesondere reflektierter agieren zu können.

Eröffnung vielfältiger Lernchancen
Neben einer Erweiterung des fachdidaktischen Wissens auf Grundlage des bereits erwähnten Theoriehintergrundes steht vor allem die Weiterentwicklung des unterrichtlichen Handelns der Teilnehmenden im Vordergrund. Es geht darum, die Praktik der Impulsgebung mit wissenschaftlichem Wissen zu verbinden, sie weiterzuentwickeln, in Fallbeispielen ihre Wirkung zu reflektieren und gemeinsam Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Darüber hinaus kann es ein schönes Nebenprodukt sein, mehr über die eigenen mathematischen Denk- und präferierten Vorgehensweisen zu erfahren, die die Impulsgebung ebenfalls beeinflussen (s. Abschnitt 3.2.1). Das Seminar eröffnet damit vielfältige Lernchancen, die ein umfangreiches Bild der Impulsgebung ermöglichen.

Kein Methodenbuch
Auch wenn die Impulsgebung eine häufig im Unterricht vorkommende Praktik ist, bedeutet dies nicht, dass sie sich schematisch trainieren und rezeptartig anwenden ließe. Bittner (2006, S. 170) beschreibt das dialogische Unterrichtsgeschehen als

> zu individuell ausgeprägt, zu sehr changierenden Inhaltsauffassungen ausgesetzt und zu stark an situativen Gegebenheiten ausgerichtet, als dass technische Vorgaben eins zu eins übertragbar wären, ohne zu leerer Form zu erstarren.

Das Seminar kann daher keine universelle Methode zum Auffinden eines passenden Impulses liefern. Es ist insofern kein Rezeptbuch, wie Impulse zu setzen sind oder wie sie in jedem Fall gelingen. Es wird im Unterricht immer wieder Situationen geben, die in der Theorie noch nicht erschöpfend durchdrungen wurden. Mit dem Seminar lässt sich die Impulsgebung also nicht vollumfassend darstellen und es kann nur exemplarisch gearbeitet werden. Letztendlich ist entscheidend, dass die Lehrpersonen ihre Lerngruppe kennen und ihre Impulse auf sie anpassen können.

Kein universeller Ratgeber für die Praxis
Es wäre schön, wenn das Seminar Antworten auf die Fragen der Art „Welcher Ansatz eines Impulses ist der effektivste?“ oder „Wie muss ein Impuls gesetzt werden, damit er gelingt?“ geben könnte. Aber es gibt so viele Einflussfaktoren auf die Impulsgebung (s. Abschnitt 3.2) und die Beziehung zwischen Lehrpersonen und ihrer Lerngruppe ist sehr entscheidend (Mason 2020, S. 710), sodass es keine einheitlich gelingende Lösung geben kann. Hinzu kommt, dass für die vorliegende Arbeit keine empirischen Untersuchungen zur Wirksamkeit von Impulsen durchgeführt wurden. Daher können im Seminar auch nur begrenzt Empfehlungen ausgesprochen werden. Wie an vorheriger Stelle bereits erwähnt, ist es kein „So muss das gemacht werden“,

sondern ein „Hier sind die Möglichkeiten, die abzuwägen sind“. Letztendlich muss hier auf die passenden Einschätzungen der Lehrpersonen gesetzt werden. Es geht im Seminar nicht darum, einen bestimmten Impulsansatz oder eine bestimmte Art der Impulsgebung als *die* Art herauszustellen. Es kommt wie bei so vielem in der Lehrkräftebildung darauf an, dass etwas zur Auswahl gestellt wird, über das die Lehrpersonen dann reflektieren. Im Seminar werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt und für das Thema sensibilisiert, aber die Entscheidungen treffen am Ende die Lehrpersonen selbst. Es geht nicht darum, ihnen etwas vorzuschreiben.

Nicht ausreichend, um die Arbeit an der Impulsgebung abzuschließen

Es sollte nicht erwartet werden, dass mit der Teilnahme am Seminar alles Bedeutsame vermittelt wird, zumal die Materialien und insbesondere der Impulskatalog sicherlich nicht den Anspruch haben, vollständig zu sein. Allein die Teilnahme am Seminar macht nicht den Unterschied, wenn anschließend nicht an der Impulsgebung weitergearbeitet wird. Entscheidend ist die langfristige Umsetzung in der Praxis: „Ein sinnvoller Einsatz von Unterrichtsgesprächen und eine für alle Beteiligten gewinnbringende Dialogmoderation ist generell Ergebnis einer langjährigen Übungspraxis“ (Bittner 2006, S. 194). Das Seminar kann aufmerksam machen, für die Thematik sensibilisieren und ein paar Empfehlungen geben. Letztendlich ist es aber ein langer Prozess der Selbstreflexion, für den Werkzeuge mit an die Hand gegeben werden. Inwiefern es den Teilnehmenden gelingt, ihre Impulsgebung langfristig zu bearbeiten, liegt jedoch in ihren Händen. Das Seminar kann nicht garantieren, dass es die Impulsgebung der Teilnehmenden in jedem Fall verbessert. Dies hängt sehr von der Eigenmotivation der Teilnehmenden ab und davon, wie sie sich langfristig mit der Thematik beschäftigen.

Keine Lösung für alles

Die Impulsgebung ist zwar ein wichtiger Schlüssel für das Auslösen und Voranbringen von Lernprozessen, aber sie ist nicht der einzige. Es reicht nicht aus, die Impulsgebung zu beherrschen. Auch wenn eine gelingende Impulsgebung vieles erleichtert, darf sie nicht überbewertet werden: Die in der vorliegenden Arbeit vorgestellten Impulse beschränken sich auf solche, die auf das mathematische Verständnis ausgelegt sind und dieses fördern sollen. Das heißt aber nicht, dass angesichts von knappen Zeitressourcen, sozialen Bedingungen o. Ä. nicht auch ein rein ergebnisorientierter Impuls angebracht sein kann. Auch hier gilt wieder: Am Ende entscheidet die Lehrperson, sie kennt ihre Lerngruppe am besten.

5.2.2 Ablauf

Der Ablauf des konzipierten Seminars ist in Abb. 5.4 dargestellt. Das Seminar besteht aus zwei Sitzungen, die durch eine Phase der individuellen Erprobung in der Schule verbunden sind. Die beiden Sitzungen sind für jeweils 90 Minuten konzipiert und sollten in einem Abstand von mindestens drei Wochen aufeinander folgen, damit den Teilnehmenden genügend Zeit für die eigenständige Erprobung bleibt.

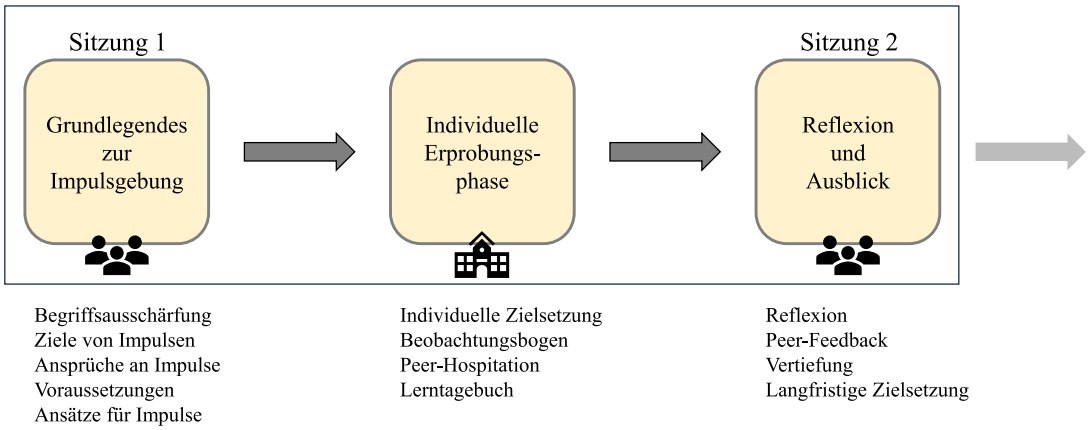


Abb. 5.4: Ablauf des konzipierten Seminars (Ansteeg 2024, S. 546)

In der ersten Sitzung wird Grundlegendes zur Impulsgebung besprochen, da die Studierenden in der Regel kaum über Vorerfahrungen im Bereich der Impulsgebung verfügen. Dazu gehören neben einer Ausschärfung des Impulsbegriffs eine Unterscheidung von Zielen von Impulsen, eine Darstellung von Ansprüchen an Impulse und von benötigten Voraussetzungen auf Seiten der Lehrpersonen sowie ein Überblick über verschiedene Ansätze, die man bei der Impulsgebung verfolgen kann.

Für die Phase der individuellen Erprobung in der Schule erhalten die Teilnehmenden am Ende der ersten Sitzung den Auftrag, dass sie sich ein individuelles Ziel setzen und sich von ihrer Ausbildungslehrperson bei der Umsetzung im Unterricht beobachten lassen. Im Anschluss sollen sie ihre Impulsgebung selbst reflektieren und ihre Erkenntnisse dazu festhalten.

Die zweite Sitzung wird hauptsächlich für eine Reflexion und einen Ausblick genutzt. Die Erkenntnisse aus der Erprobungsphase werden unter den Teilnehmenden ausgetauscht und gemeinsam reflektiert. Für den Abschluss des Seminars ist vorgesehen, dass die Teilnehmenden sich langfristige Ziele setzen, die sie nach dem Seminar weiter verfolgen möchten. Der Lernprozess im Bereich der Impulsgebung ist mit Seminarende also nicht abgeschlossen. Im Gegenteil dient das Seminar dazu, den Grundstein für eine längerfristige Auseinandersetzung mit der Impulsgebung zu legen. Dies ist durch den blassgrauen Pfeil in Abb. 5.4 angedeutet.

5.2.3 Lernziele

Für das konzipierte Seminar mit seinen drei Phasen lassen sich sechs übergeordnete Lernziele formulieren. Sie werden nachfolgend gennant.

Lernziele für das Seminar:

Die Teilnehmenden…

- LZ 1) wissen um die Relevanz der Impulsgebung für den Mathematikunterricht.
- LZ 2) erkennen, dass sie mit einem Impuls einen Eingriff in die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler vornehmen, der sie weiterbringen oder auch stören kann.
- LZ 3) kennen verschiedene Ansätze, um Impulse im Mathematikunterricht zu formulieren.
- LZ 4) setzen das Gelernte in konkreten Fallsituationen um.
- LZ 5) reflektieren ihre Impulsgebung anhand von Beobachtungsnotizen aus ihrem Unterricht.
- LZ 6) setzen sich langfristige Ziele, um ihre Impulsgebung nachhaltig zu verbessern.

Die Lernziele lassen sich nicht zwingend einer Phase zuordnen, sondern können in mehreren Phasen adressiert werden. Die Erprobungsphase fördert die Erreichung der Lernziele 2-5. Damit wird deutlich, dass die Erprobungsphase durch die Anwendung in der Praxis wesentlich zur Zielerreichung des Seminars beiträgt.

Anhand der Teillernziele lassen sich die Beiträge der einzelnen Phasen zu den Lernzielen des Seminars gut nachvollziehen. Die Teillernziele werden im Folgenden nach den Phasen geordnet aufgeführt. Es fällt direkt auf, dass die erste Sitzung mit neun Teillernzielen im Vergleich zu den beiden anderen Phasen des Seminars mit jeweils vier Teillernzielen deutlich mehr Teillernziele umfasst. Tatsächlich ist die erste Sitzung relativ umfangreich, jedoch sollte die Anzahl an Teillernzielen nicht mit der Komplexität der Lerninhalte gleichgesetzt werden. Die erste Sitzung wird hauptsächlich zur Schaffung einer Grundlage und für erste Auseinandersetzungen mit Impulsen genutzt und ist damit sehr inhaltsdicht. Die anderen beiden Phasen dienen der konkreten Umsetzung in der Praxis sowie der anschließenden Reflexion und langfristigen Zielsetzung, sodass hier höhere Taxonomiestufen erreicht werden.

Zu Sitzung 1 zugehörige Teillernziele:

Die Teilnehmenden …

- TZ 1) … steigen in das Thema ein und aktivieren ihr Vorwissen hierzu, indem sie anhand eines Bildes Zusammenhänge zwischen der Impulsgebung und dem Billardspiel aufstellen.

TZ 2) machen sich der Relevanz von Impulsen bewusst, indem sie anhand der Definition beschreiben, in welchen Situationen im Mathematikunterricht Impulse benötigt werden.
TZ 3) machen erste Erfahrungen mit unterschiedlichen Ansätzen für die Impulsgebung, indem sie intuitiv Impulse zu einer Beispielsituation formulieren.
TZ 4) erarbeiten sich Qualitätskriterien von Impulsen, indem sie beispielhafte Impulse anhand der Merkmale einordnen.
TZ 5) sensibilisieren sich für die Herausforderungen bei der Impulsgebung, indem sie ihre Komplexität reflektieren.
TZ 6) erhalten einen ersten Eindruck der Vielfalt von Impulsansätzen, indem sie in einer App Beispielimpulse zu Ansätzen zuordnen und einen Impulskatalog mit Ansätzen sichten.
TZ 7) machen sich mit der Identifikation von Impulsansätzen vertraut, indem sie zu konkreten Impulsen einer Lehrperson dahinterliegende Ansätze identifizieren.
TZ 8) erarbeiten sich unterschiedliche Ansätze für Impulse, indem sie Impulse formulieren und diese jeweils einem Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen oder umgekehrt zu verschiedenen Ansätzen aus dem Impulskatalog entsprechende Impulse formulieren.
TZ 9) arbeiten heraus, dass mit einem Impuls mehrere Ansätze verfolgt werden können, indem sie über die verschiedenen Ansatzmöglichkeiten eines Impulses diskutieren.

Zur Erprobungsphase zugehörige Teillernziele:
Die Teilnehmenden…

TZ 10) erleben den hohen Anspruch an Impulse, indem sie bei ihrer Impulsgebung gezielt auf die Umsetzung eines Qualitätskriteriums von Impulsen achten.
TZ 11) erweitern ihr Handlungsrepertoire bei der Impulsgebung, indem sie sich Ansätze aus dem Impulskatalog heraussuchen und diese gezielt im Unterricht einsetzen.
TZ 12) entwickeln ihre Fähigkeiten in der Impulsgebung weiter, indem sie gemeinsam mit einer beobachtenden Person reflektieren, wie gut sie ihr selbst gestecktes Ziel erreicht haben.
TZ 13) bauen ihre Lernkompetenzen bzgl. der Impulsgebung aus, indem sie reflektieren, inwiefern sie ihre Impulsgebung durch die Übungen erweitern konnten.

Zu Sitzung 2 zugehörige Teillernziele:
Die Teilnehmenden…

TZ 14) machen sich den eigenen Fortschritt in Bezug auf ihre Impulsgebung bewusst, indem sie ihre Erfahrungen aus der Erprobungsphase reflektieren.
TZ 15) unterstützen sich gegenseitig in ihrem Entwicklungsprozess hinsichtlich der Impulsgebung, indem sie ihre Erkenntnisse aus der Erprobungsphase miteinander teilen.
TZ 16) arbeiten eigene Schwerpunkte zu ihrer Impulsgebung heraus, indem sie für sie wichtige Aspekte der Impulsgebung beschreiben.
TZ 17) legen den Grundstein für eine nachhaltige Entwicklung ihrer Impulsgebung, indem sie sich realistische Ziele setzen, die sie langfristig im Hinblick auf ihre Impulsgebung verfolgen möchten.

In Abschnitt 3.4 wurden übergeordnete Lernziele zur mathematikspezifischen Impulsgebung formuliert. Abbildung 5.5 stellt diese den drei Bestandteilen des Seminars gegenüber und zeigt auf, welche Elemente jeweils zur Zielerreichung beitragen. Fast die Hälfte aller Zuordnungen geht von der individuellen Erprobungsphase aus, was die zentrale Bedeutung dieser Phase für die Arbeit an der Impulsgebung unterstreicht. Der zweiten Sitzung werden nur drei übergeordnete Lernziele zugeordnet. Allerdings ermöglicht die Reflexion das Herstellen von Querbezügen und der Ausblick legt Grundlagen für eine langfristige Auseinandersetzung, sodass dieser Teil des Seminars nicht weniger bedeutsam ist. Die Zuordnung zu einem übergeordneten Lernziel bedeutet jedoch nicht, dass diese dadurch vollumfänglich erreicht wird. Dies ist aufgrund der Kürze des Seminars und der Impulsgebung als Gegenstand lebenslangen Lernens nicht leistbar.

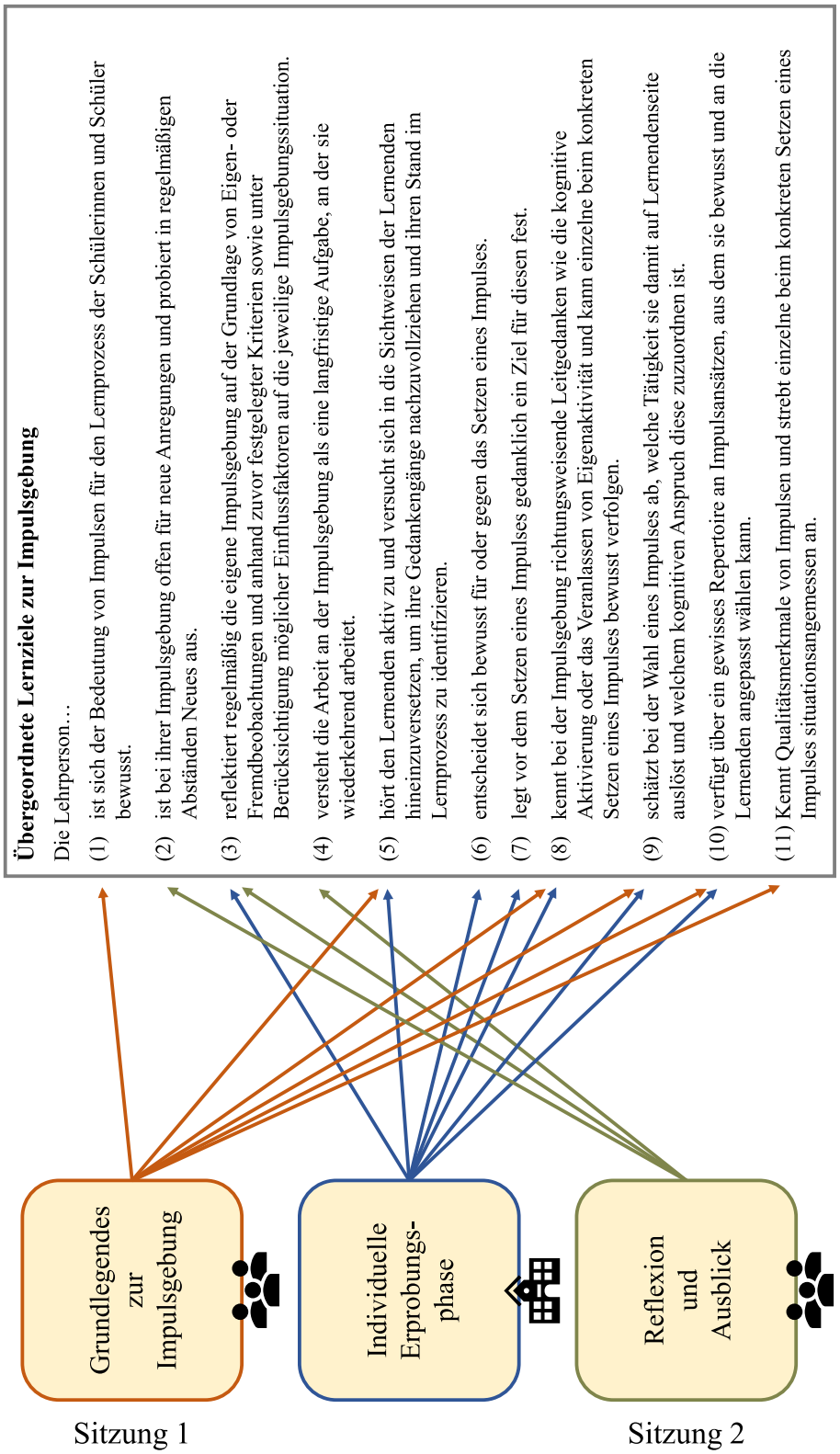


Abb. 5.5: Beitrag des Seminars zur Erreichung der übergeordneten Lernziele zur mathematikspezifischen Impulsgebung

5.2.4 Aufbau der einzelnen Phasen

In diesem Abschnitt wird der Aufbau der einzelnen Phasen des Seminars beschrieben. Dazu werden für die beiden Sitzungen jeweils Verlaufspläne vorgestellt, in denen u. a. die Teillernziele aus Abschnitt 5.2.3 den entsprechenden Phasen des Seminars zugeordnet werden. Im Anschluss an die erste Sitzung wird ein Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase erteilt, für die kein eigener Verlaufsplan aufgestellt werden kann. Die Zuordnung zu den Teillernzielen sowie die Angabe der benötigten Materialien und ein didaktischer Kommentar werden anhand der Arbeitsaufträge vorgenommen. Die benötigten Materialien sind dem Anhang zu entnehmen. Es wird an den entsprechenden Stellen auf ihn verwiesen.

5.2.4.1 Sitzung 1

Für die erste Sitzung sollten die Teilnehmenden bereits erste Erfahrungen im Unterrichten gesammelt haben, um sie nicht schon zu Beginn mit der Komplexität der Impulsgebung zu konfrontieren. Daher bietet es sich an, die erste Sitzung zur Impulsgebung zwischen der fünften und der achten Sitzung des Begleitseminars zum Praxissemester vorzusehen. Später sollte die erste Sitzung nicht stattfinden, damit den Teilnehmenden noch genügend Zeit für die Erprobungsphase bleibt.

In Tab. 5.3 und Tab. 5.4 sind die beiden Teile zum Verlaufsplan der ersten Sitzung dargestellt. Die didaktische Schwerpunktsetzung der ersten Sitzung liegt in einer Schaffung von Grundlagen und ersten Erfahrungen mit der Impulsgebung. Hierbei stehen insbesondere die Relevanz von Impulsen und ihre Komplexität aufgrund ihrer vielfältigen Ansatzmöglichkeiten im Fokus. Eine didaktische Reduktion ist also vor allem auf inhaltlicher Seite gegeben. Beispielsweise werden die Qualitätskriterien nicht tiefgründig behandelt und es wird kaum auf Einflussfaktoren eingegangen. Aufgrund der Inputphasen kann sich die Seminarleitung in der ersten Sitzung nicht so viel zurücknehmen, dies ändert sich jedoch stark in der zweiten Sitzung.

Für die Einstiegsphase ist eine Sammlung von Assoziationen zur Impulsgebung in Verbindung mit einem Bild eines Billard-Spiels vorgesehen. Es lassen sich sehr viele und unterschiedlich tiefgreifende Verknüpfungen zwischen der Impulsgebung und dem Billard-Spiel herstellen, sodass sich alle Teilnehmenden beteiligen können. Bei einer Vielfalt der Rückmeldungen wird an dieser Stelle bereits die Vielschichtigkeit und Komplexität der Impulsgebung angedeutet. Beispielhafte Assoziationen befinden sich in Material M1 (Anhang C.1.1).

In der Inputphase wird Grundlegendes zu Impulsen geklärt. Zunächst wird eine Begriffsklärung vorgenommen, sodass eine gemeinsame Ausgangsbasis geschaffen wird und die Teilnehmenden den Begriff des Impulses besser einordnen können. Da das Dialogische Lernen den Rahmen für die theoretische Grundlage bildet, werden

Tab. 5.3: Verlaufsplan Sitzung 1 (1) - Was ist ein guter Impuls und wie finde ich ihn?

Dauer [in Min.]	Phase	Inhalte	Lern-ziel	Sozial-form	Medien	Materialien	Kommentar
Ca. 5 Min.	Begrüßung	Begrüßung, Übersicht über den Ablauf, Darlegung der Ziele der beiden Sitzungen.	-	UG	Beamer	Folien 1-4 (S1 F)	Zieltransparenz.
Ca. 5 Min.	Einstieg	Die Teilnehmenden notieren ihre Assoziationen zur Impulsgebung, die sie mit einem Billard-Spiel verbinden. Kurze Besprechung der Assoziationen.	TZ 1	EA / PA UG	Beamer, Mentimeter o.Ä.	Folie 5 (S1 F), M1	Einstimmung, Ankommen im Lernkontext. Sammeln der Assoziationen z. B. über Mentimeter.
Ca. 5 Min.	Organi-sation	Bereitstellung der Materialien.	-	UG	Beamer	Folie 6 (S1 F)	Bereitstellung z. B. über Taskcards, Moodle, o. Ä..
Ca. 15 Min.	Input I	Grundlegendes zu Impulsen: Was ist ein Impuls? Welche Eigenschaften kann er haben?	TZ 2	LV	Beamer	Folien 8-19 (S1 F), ggf. M2	Benötigt werden Hintergründe zum Dialogischen Lernen.
Ca. 15 Min.	Erarbeitung I	Die Teilnehmenden sammeln wörtliche Impulse zu einem beispielhaften Schülerbeitrag.	TZ 3	PA / GA	Beamer, Taskcards o.Ä.	Folie 20 (S1 F), M3	Sammlung z. B. über Taskcards, Moodle, o. Ä.. Es kann sich lohnen, die Teilnehmenden auch mal bewusst „schlechte“ Impulse formulieren zu lassen.
Ca. 5 Min.	Eventual-phase I	Gruppen, die schneller fertig sind, können eine intuitive Bewertung zu den Impulsen der anderen Gruppen vornehmen.	TZ 4	PA / GA	Beamer, Taskcards o.Ä.	M3, Ergebnisse aus Erarbeitung I	Bei Taskcards können beispielsweise Sternchen zur Bewertung vergeben werden oder die Beiträge lassen sich kommentieren.
Ca. 10 Min	Sicherung I	Besprechung der Ergebnisse aus Erarbeitung I. Ggf. kurze Diskussion der Ergebnisse aus Eventualphase I	TZ 4, TZ 5	UG	Beamer, Taskcards o.Ä.	Ergebnisse aus Erarbeitung I	Sicherung eher auf einer Metaebene: Was ist besonders auffallend? Was war leicht / schwierig? Worauf wurde geachtet?
Ca. 5 Min.	Input II	Die Teilnehmenden erarbeiten sich den Aufbau des Impulskatalogs mithilfe der Learning App. Anschließend verschaffen sie sich einen groben Überblick über den gesamten Impulskatalog.	TZ 6	EA	Beamer, Learning-App	Folie 22 (S1 F), M4, M5	Da der Katalog äußerst umfangreich ist, ist die reduzierte Erarbeitung anhand der App sinnvoll. In den Erprobungen wurde der Einsatz der App oft zur Wahl gelassen. Der Impulskatalog muss nicht vollumfassend gesichtet werden, ein Überblick reicht aus.

Tab. 5.4: Verlaufsplan Sitzung 1 (2) - Was ist ein guter Impuls und wie finde ich ihn?

Dauer [in Min.]	Phase	Inhalte	Lern-ziel	Sozial-form	Medien	Materialien	Kommentar
Ca. 15 Min.	Erarbeitung II	Gemeinsame Sichtung einer Unterrichtssituation. Die Teilnehmenden ordnen in einer Tabelle den Impulsen passende Ansätze zu.	TZ 7, TZ 8	UG PA	Beamer, Video, geteiltes Dokument o.Ä.	Folie 23 (S1 F), M6	Benötigt wird ein Zugang zu unterrichtonline.org. Alternativ reicht das Transkript zur Unterrichtssituation aus. Zu einem Impuls können mehrere Ansätze zugeordnet werden. Die synchrone Arbeit in einem geteilten Dokument hat sich bewährt.
Ca. 10 Min.	Sicherung II	Besprechung der Ergebnisse aus Erarbeitung II. Ggf. Formulierung von alternativen Impulsen.	TZ 9	UG	Beamer, geteiltes Dokument o.Ä.	Ergebnisse aus Erarbeitung II	Auch hier bietet sich wieder eine Reflexion auf der Metaebene an.
Ca. 5 Min.	Eventual-phase a)	Die Teilnehmenden reflektieren, was ihnen bei der Bearbeitung der Aufgaben im Hinblick auf die Anforderungen bei der Impulsgebung bewusst geworden ist.	TZ 5	UG	-	Ggf. Ergebnisse aus Erarbeitung I und II	Hier kann ein Rückbezug zu Input I (Ansprüche und Voraussetzungen) hergestellt werden.
Ca. 10 Min.	Eventual-phase b)	Die Teilnehmenden bewerten die Impulse im Hinblick auf ihre Qualitätskriterien. Anschließende Besprechung mit allen.	TZ 4	EA / PA UG	Taskcards o.Ä.	Folie 18 (S1 F), M6	Entweder EA (Bewertung mit Sternen in Taskcards) oder UG (mündliche Diskussion)
Ca. 5 Min.	Abschluss	Zusammenfassender Rückblick. Erläuterung des Arbeitsauftrags für die Erprobungsphase. Verabschiedung.		UG	Beamer	Folien 24-26 (S1 F), M7, M8	Der Arbeitsauftrag ist recht umfassend und besteht aus zwei Teilen. Hier kann auch nur einer der beiden gewählt werden. Der Auftrag sollte jedoch für alle Teilnehmenden gleich sein.
Legende:							
EA – Einzelarbeit F – Foliensatz		GA – Gruppenarbeit LV – Lehrvortrag		M – Material PA – Partnerarbeit		S – Sitzung UG – Unterrichtsgespräch	

für die weitere Auseinandersetzung wichtige Prinzipien daraus vorgestellt. Für eine ausführlichere Behandlung des Dialogischen Lernens muss aus Zeitgründen verzichtet werden. In anderen Formaten, wie sie z. B. in Abschnitt 5.3 vorgestellt werden, kann hierauf näher eingegangen werden. Für die Zielerreichung des Seminars erscheint es hingegen wichtiger, ausführlicher auf die Ziele und Qualitätskriterien von Impulsen einzugehen, um sie für das Einordnen und Formulieren von Impulsen heranziehen zu können. Zudem lassen sich aus ihnen Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung auf Seiten der Lehrpersonen ableiten, durch die die bereits angesprochene Komplexität der Impulsgebung erneut deutlich wird.

An die Inputphase schließt sich die erste Erarbeitungsphase an. Hierbei formulieren die Teilnehmenden zunächst intuitiv Impulse auf Grundlage eines Schülerbeitrags zum Thema Stellenwert. Das Beispiel ist auf fachlicher Seite bewusst einfach gehalten, um den Fokus der Teilnehmenden auf die Impulsgebung richten zu können. Es wurde eine schriftliche Grundlage gewählt, damit der Zeitfaktor die Teilnehmenden zu Beginn nicht unter Druck setzt, auch wenn es von der realen Anwendungssituation von Impulsen im Unterricht etwas weiter entfernt ist. Den Teilnehmenden wurden zu diesem Zeitpunkt zwar bereits die Qualitätsmerkmerkmale vorgestellt, dennoch wird ihnen bei der ersten Aufgabe nicht auferlegt, sich daran zu orientieren. In erster Linie geht es um ein Einfinden in die Impulsgebung und den damit verbundenen Möglichkeiten und Herausforderungen.

Die Aufgabe der ersten Erarbeitungsphase nennt keine Anzahl an zu formulierenden Impulsen, sodass die Teilnehmenden in ihrem eigenen Tempo vorgehen können und die Gruppen ggf. zu unterschiedlich vielen Impulsen gelangen. Zusätzlich oder Alternativ können die Gruppen die Impulse der anderen Teilnehmenden sichten und eine Bewertung dafür abgeben (s. Eventualphase). Diese kann entweder intuitiv oder auf Grundlage der Qualitätskriterien vorgenommen werden.

Wegen der Inhaltsdichte der ersten Sitzung bietet sich der Einsatz digitaler Medien an. Eine synchrone Bearbeitung über ein gemeinsames Board, wie es z. B. bei Taskcards möglich ist, kann die Erarbeitungs- und Sicherungsphasen deutlich verkürzen und einen schnellen Übergang zu einer Besprechung auf einer Metaebene ermöglichen. Dies ist auch für die erste Sicherungsphase sinnvoll. Für den Fall, dass ein solcher Einsatz von digitalen Medien nicht möglich ist, werden in den Einsatzmöglichkeiten zu den Materialien alternative Vorgehensweisen genannt, z. B. in E1 (Anhang C.2.1).

Die zweite Inputphase dient als Vorbereitung auf die zweite Erarbeitungsphase. Ziel der letztgenannten ist es, dass die Teilnehmenden einen Überblick über den Impulskatalog mit seinen unterschiedlichen Ansätzen und zugehörigen Beispielen

für Impulse kennenlernen. Schwierigkeiten in der ersten Sitzung sind vor allem im Hinblick auf den Impulskatalog zu erwarten. Durch den hohen Umfang des Katalogs kann er einen erdrückenden Effekt haben. Eine Möglichkeit, dem entgegenzuwirken, liegt in einer starken Kürzung des Impulskatalogs. Ein Vorschlag hierzu ist M5 (Anhang C.1.5) zu entnehmen. Im konzipierten Seminar kommt er nicht zur Anwendung, damit die Teilnehmenden im Nachgang an die Sitzungen auf den vollen Umfang zurückgreifen können. Stattdessen wird eine Learning-App angeboten, mit der in reduzierter Form an den Aufbau des Impulskatalogs herangeführt wird. Dadurch wird ein spielerischer Anreiz geschaffen, sich die Struktur des Katalogs zu erarbeiten, wodurch die Sichtung des vollständigen Katalogs vorentlastet wird.

Das Ziel der zweiten Erarbeitungsphase ist es, bei Impulsen einer Lehrperson Ansätze aus dem Impulskatalog zu identifizieren. Dazu wird zunächst ein Video der zugehörigen Unterrichtssituation gezeigt, damit die Teilnehmenden sich besser in die Situation einfinden können. Inhaltlich geht es um das Verschieben von quadratischen Funktionen. Auch hier sind die Materialien wieder so gewählt, dass die Inhalte des Fachs nicht von der Auseinandersetzung mit den Impulsen ablenken. Im Anschluss an die Sichtung des Videos wird das Transkript verteilt, in dem die Impulse der Lehrperson markiert sind. In einer zusätzlichen Spalte für Kommentare können die Teilnehmenden beispielsweise Vermutungen über die Ursachen von Verständnisschwierigkeiten oder sonstige Auffälligkeiten festhalten. Diese Spalte hat dadurch eine differenzierende Wirkung.

Für das Vorspielen des Unterrichtsausschnitts wird ein Zugang zu unterrichtonline.org benötigt. Er kann für Personen, die in der Lehrkräftebildung tätig sind, freigeschaltet werden. Sollte kein Zugang vorliegen, lässt sich die Aufgabe auch allein anhand des Transkripts bearbeiten. Durch die Zuordnung zu den Ansätzen arbeiten die Teilnehmenden heraus, dass einem Impuls mehrere Ansätze zugrundeliegen können. Des Weiteren erhalten sie einen Eindruck davon, welche Tragweite Impulse in Bezug auf die Lernprozesse der Lernenden haben können und bahnen dadurch implizit die Qualitätskriterien von Impulsen an.

Im Sinne eines arbeitsteiligen Vorgehens soll die Erarbeitung II in Kleingruppen stattfinden. Gruppengrößen zwischen drei bis vier Personen haben sich hierbei bewährt. Außerdem bietet sich auch an dieser Stelle wieder der Einsatz digitaler Medien an. So können in einem online geteilten Dokument die Eingaben direkt für alle sichtbar vorgenommen werden. Dies erleichtert die Besprechung der Ergebnisse in der Sicherungsphase.

Bei genügend Zeit kann sich an die Besprechung eine Eventualphase anschließen. Hierbei kann z. B. reflektiert werden, welche Anforderungen der Impulsgebung durch

die Aufgabe bewusst geworden sind oder es kann eine Bewertung der Impulse vorgenommen werden. Möglich ist außerdem die Formulierung von alternativen Impulsen.

Den Abschluss der Sitzung bilden ein zusammenfassender Rückblick sowie die Erläuterung des Arbeitsauftrages für die Erprobungsphase. Hierfür sollte ausreichend Zeit eingeplant werden, da der Arbeitsauftrag recht umfangreich ist und Rückfragen zur Umsetzung zu erwarten sind.

5.2.4.2 Erprobungsphase

Bei der Konzeption des Seminars wurde berücksichtigt, dass die Teilnehmendengruppe sehr heterogen sein kann. Die offene, abwechslungsreiche und zum Teil selbstdifferenzierende Gestaltung der Aufgaben kommt dem entgegen, sodass eine weitere Differenzierung nicht notwendig erscheint. Anpassungen an die jeweiligen Rahmenbedingungen der Teilnehmenden können jedoch insbesondere in Bezug auf den Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase angebracht sein. Erläuterungen zu diesem Abeitsauftrag werden in Tab. 5.5 aufgeführt. Sie enthalten in der Kommentarspalte auch einen Vorschlag für einen alternativen Arbeitsauftrag.

Die Erprobungsphase hat zum Ziel, dass die Teilnehmenden in der Praxis Erfahrungen zur Impulsgebung sammeln können. Sie sollen die Möglichkeit erhalten, das in der ersten Sitzung Erlernte im Unterricht anzuwenden. Der Arbeitsauftrag gliedert sich in zwei Aufgaben und ist insgesamt damit recht umfangreich. Wenn er für die Teilnehmenden zu groß erscheint, kann eine der beiden Aufgaben weggelassen werden.

Die erste Aufgabe verlangt von den Teilnehmenden, dass sie sich ein Qualitätsmerkmerkmal von Impulsen heraussuchen und auf seine Gewährleistung im Unterrichts besonders achten. Während des Praxissemesters werden die Teilnehmenden im Unterricht stets von einer Lehrperson begleitet. Diese Rahmenbedingung soll genutzt werden, indem die Lehrperson die am Seminar teilnehmende Person beobachtet. Hierzu kann ein Beobachtungsbogen (s. Anhang C.1.8) an die Hand gegeben werden. Nach der Stunde reflektieren die Teilnehmenden im Bestfall gemeinsam mit der Lehrperson die Zielerreichung.

Obwohl bei den theoretischen Grundlagen insgesamt sieben Qualitätskriterien unterschieden werden, wird in der Erprobungsphase die Berücksichtigung eines einzigen Qualitätskriteriums verlangt, um die Teilnehmenden nicht zu überfordern. Zwar sind die Qualitätskriterien nicht immer schnittmengenfrei und unabhängig voneinander zu betrachten, jedoch erscheint eine Reduktion des Aufgabenumfangs sinnvoll.

Bei der zweiten Aufgabe sollen sich die Teilnehmenden selbst beobachten. Eine ergänzende Beobachtung durch die Lehrperson ist jedoch möglich. Ziel der zweiten

Tab. 5.5: Arbeitsauftrag für die Eprobungsphase mit didaktischer Einbettung

Arbeitsauftrag	Lernziel	Materialien	Kommentar
1. **Lassen Sie sich** (z. B. von einer Ausbildungslehrerin oder einem Mitreferendar) im Hinblick auf Ihre Impulsgebung **beobachten**: - Nehmen Sie sich einen Anspruch vor, den Sie mit Ihren Impulsen umsetzen möchten (z. B. unmittelbares Ermöglichen der Produktion) und teilen Sie ihn der beobachtenden Person im Vorfeld mit. - Lassen Sie die beobachtende Person einen der zur Verfügung gestellten Beobachtungsbögen ausfüllen. - Reflektieren Sie (am besten mit der beobachtenden Person zusammen) die Umsetzung Ihres Anspruchs.	TZ 10, TZ 12, TZ 13	S1 F, M2, M7, M8	Für die Erfüllung des Arbeitsauftrags sollte sichergestellt werden, dass die Teilnehmenden Zugriff auf alle benötigten Materialien haben. Die Erläuterung zu den Qualitätskriterien von Impulsen (M2) wird in der ersten Sitzung nach Verlaufsplan nicht ausgeteilt. Sie kann bei Bedarf ergänzend hinzugenommen werden. In M8 werden zwei Beobachtungsbögen zur Verfügung gestellt. Der eine Bogen ist etwas angeleiteter, während der andere offener gehalten ist. Es empfiehlt sich, der beobachtenden Person einen der Beobachtungsbögen an die Hand zu geben. Eigene Ausgestaltungen sind jedoch auch möglich. Sollte es den Teilnehmenden aus irgendwelchen Gründen nicht möglich sein, eigene Stunden zu halten und beobachten zu lassen, können sie alternativ die Stunden anderer Lehrpersonen beobachten.
2. **Beobachten Sie sich** im Hinblick auf Ihr Handlungsrepertoire bei der Impulsgebung **selbst**. - Suchen Sie sich drei Ansätze für Impulse aus dem Impulskatalog heraus, die Sie (verstärkt) in Ihr Handlungsrepertoire aufnehmen möchten. - Achten Sie während Ihres Unterrichts darauf, die Ansätze bei Ihrer Impulsgebung zur Verfügung zu haben. - Reflektieren Sie, inwiefern Sie Ihr Handlungsrepertoire für die Impulsgebung erweitern konnten.	TZ 11, TZ 12, TZ 13	S1 F, M5, M7, M8	
Legende:			
M – Material	F – Foliensatz	S – Sitzung	TZ – Teillernziel

Aufgabe ist es, dass die Teilnehmenden eine Herangehensweise zur Erweiterung ihres Handlungsrepertoires bei der Impulsgebung kennenlernen. Dazu suchen sie sich drei Ansätze ihrer Wahl aus dem Impulskatalog heraus, die sie während des Unterrichts verstärkt zur Verfügung haben und je nach Passung einsetzen sollen. Im Anschluss an die Stunde reflektieren sie, inwiefern dieses Vorgehen eine Möglichkeit darstellt, in kleinen Schritten ihr Handlungsrepertoire zu erweitern.

Auch wenn der Impulskatalog weitaus mehr Ansätze liefert, ist es sinnvoll, dass die Teilnehmenden sich zunächst auf drei Ansätze fokussieren. Wenn sie diese Ansätze in ihr Handlungsrepertoire aufgenommen haben, können sie das Vorgehen mit weiteren Ansätzen wiederholen.

Die zweite Aufgabe dient also insbesondere der langfristigen Arbeit an der Impulsgebung. Den Teilnehmenden sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie sie auch über das Seminar hinaus ihre Impulsgebung verbessern können. Die Hoffnung ist, dass sie mit einem größeren Handlungsrepertoire reflektierter Impulse setzen können und dadurch zu mehr Sicherheit bei der Impulsgebung gelangen.

Zu beiden Aufgaben wird erwartet, dass die Teilnehmenden in mindestens drei Punkten ihre Reflexionen schriftlich festhalten. Sie dienen der Vorentlastung der nächsten Erarbeitungsphase in der zweiten Sitzung.

5.2.4.3 Sitzung 2

Die zweite Sitzung ist ca. drei bis fünf Wochen nach der ersten Sitzung anzusetzen. Insgesamt sollte darauf geachtet werden, dass die zweite Sitzung nicht zu nah an den Start der Sommerferien rückt, damit den Teilnehmenden noch die Möglichkeit bleibt, Anregungen aus dem Seminar mit in die spätere Unterrichtsgestaltung zu nehmen.

Der Verlaufsplan für die zweite Sitzung ist in Tab. 5.6 und Tab. 5.7 dargestellt. Die Sitzung ist so konzipiert, dass sie die Teilnehmenden stark aktiviert. Zudem fordert sie durch die offene Gestaltung ein hohes Maß an Eigenverantwortlichkeit in Bezug auf den Lernfortschritt.

Mit der zweiten Sitzung wird der didaktische Schwerpunkt auf die Reflexion und Erkenntnisgewinnung aus der Erprobungsphase gesetzt. Diese Schwerpunktsetzung wird den Teilnehmenden in der Einstiegsphase offengelegt. Die Reflexionen werden als Grundlage genutzt, um ein langfristiges und gewinnbringendes Arbeiten an der Impulsgebung zu ermöglichen.

Im Einstieg sollen die Teilnehmenden kurz von den Umsetzungsmöglichkeiten des Arbeitsauftrags in der Erprobungsphase berichten. Je nach Rahmenbedingungen in der Schule können diese sehr unterschiedlich sein. Dank des alternativen Arbeitsauftrags für den Fall von Umsetzungsschwierigkeiten (s. Tab. 5.5) sollte es allen Teilnehmenden gelungen sein, Erfahrungen zur Impulsgebung zu sammeln.

Tab. 5.6: Verlaufsplan Sitzung 2 (1) - Wie kann ich meine eigene Impulsgebung verbessern?

Dauer [in Min.]	Phase	Inhalte	Lern-ziel	Sozial-form	Medien	Materialien	Kommentar
Ca. 5 Min.	Begrüßung	Begrüßung, Übersicht über den Ablauf.	-	UG	Beamer	Folien 1-3 (S2 F)	Zieltransparenz.
Ca. 5-10 Min.	Einstieg	Kurzer Rückblick über die Inhalte der ersten Sitzung. Fokus in der zweiten Sitzung: Reflexion der Erfahrungen, anschließende Lernchancen. Die Teilnehmenden berichten, wie sich der Arbeitsauftrag umsetzen ließ. Evtl. Bericht bei Schwierigkeiten.	-	UG	Beamer	Folien 4-5 (S2 F),	Je nach Rahmenbedingungen in der Schule können die Möglichkeiten sehr unterschiedlich sein. Für den weiteren Verlauf der Sitzung ist es hilfreich, sich an dieser Stelle einen Überblick darüber zu verschaffen, was die Teilnehmenden umsetzen konnten.
Ca. 5 Min.	Organisation	Erläuterung des weiteren Vorgehens: Zwei Einzelarbeitsphasen, Vorstellung der Methode „Sesseltanz“ und hierzu Umbau der Tische.	-	UG	Beamer	Folien 7-8 (S2 F), (M9)	Eine Erläuterung zur Methode findet sich in M9.
Ca. 15 Min.	Erarbeitung I	Die Teilnehmenden reflektieren ihre Erfahrungen aus der Erprobungsphase und halten ihre Gedanken dazu schriftlich in Form eines Lerntagebuch-Eintrags fest. Um die Lesbarkeit für die anderen Teilnehmenden zu erhöhen, sollten ganze Sätze formuliert werden.	TZ 14	EA	Beamer, Papier, Tablet o. Ä.	Folie 7 (S2 F)	Wichtig: Es sollte transparent sein, dass die anderen Teilnehmenden im nächsten Schritt die Lerntagebuch-Einträge lesen dürfen. Es empfiehlt sich außerdem, dass die Seminarleitung ebenfalls einen Eintrag schreibt, damit sie auch ein Angebot machen kann.
Ca. 15 Min.	Präsentation I	Die Lerntagebuch-Einträge werden auf den Plätzen liegen gelassen, während die Teilnehmenden herumgehen und sich die Reflexionen der anderen Teilnehmenden durchlesen. Der Rand darf für positive Kommentare genutzt werden. Es sollte die Möglichkeit gegeben werden, den eigenen Beitrag nicht mit den anderen zu teilen (z. B., weil er zu persönlich ist). Konsequenz: Die Person bleibt auf ihrem Platz sitzen und ‚blockiert‘ damit das Lesen, kann umgekehrt aber auch nicht die Beiträge der anderen lesen.	TZ 15	EA	Beamer	Folie 8 (S2 F), Ergebnisse aus Erarbeitung I	Es müssen nicht alle Beiträge gelesen werden. Wenn nichts kommentiert wird, wird ein Häkchen unter den Text gesetzt. Beispielhafte Kommentare: „Das ging mir ähnlich“, „Hast du schonmal … ausprobiert?“ oder „Hier hat mir … geholfen“. Anhand der Kommentare und Häkchen ist erkennbar, wie viele Personen den Text gelesen haben, was eine Wertschätzung für die Schreibenden darstellt.

Tab. 5.7: Verlaufsplan Sitzung 2 (2) - Wie kann ich meine eigene Impulsgebung verbessern?

Dauer [in Min.]	Phase	Inhalte	Lernziel	Sozial-form	Medien	Materialien	Kommentar
Ca. 10 Min.	Diskussion I	Die Teilnehmenden kommen über ihre Eindrücke ins Gespräch und diskutieren über die Ergebnisse.	TZ 15	UG	-	Ergebnisse aus Präsentation I	Diese Phase ist bewusst sehr offen formuliert. Die Beiträge der Teilnehmenden können hier sehr unterschiedlich sein. Beispiele: Bewusstmachung der Relevanz von Impulsen, viele ähnliche Erfahrungen, Austausch über die Anforderungen oder hilfreiche Tipps und Anregungen zum Ausprobieren.
Ca. 5 Min	Eventual-phase I	Die Teilnehmenden reflektieren über den Einsatz der Methode „Sesseltanz“.	-	UG	-	(M9)	Vor- und Nachteile der Methode finden sich in M9.
Ca. 10 Min.	Erarbeitung II	Die Teilnehmenden überlegen, was ihnen im Hinblick auf die Impulsgebung für ihre persönliche Entwicklung besonders wichtig erscheint. Sie notieren sich auf dieser Grundlage zwei Ziele, die sie langfristig verfolgen möchten.	TZ 16, TZ 17	GA EA	Beamer	Folie 10 (S2 F)	Der Prozesscharakter der Entwicklung von Kompetenzen im Bereich der Impulsgebung wird durch die langfristige Zielsetzung betont. Falls möglich, können die Teilnehmenden ein paar Wochen nach der zweiten Sitzung an ihre Ziele erinnert werden.
Ca. 5-10 Min.	Sicherung II	Die Teilnehmenden tauschen sich über die wichtigsten Aspekte der Impulsgebung aus und legen exemplarische Ziele dar.	TZ 17	UG	(Beamer)	Ergebnisse aus Erarbeitung II	Dies kann z.B. in Form eines Blitzlichtes erfolgen. Alternativ können in der Erarbeitung II Einträge bei Taskcards o.Ä. geschrieben werden, die in der Sicherung II gesichtet werden.
Ca. 5 Min.	Abschluss	Zusammenfassender Rückblick, Klärung offener Fragen. Verabschiedung.	-	UG	Beamer	Folien 12-13 (S2 F)	
Legende:							
EA – Einzelarbeit F – Foliensatz		GA – Gruppenarbeit LV – Lehrvortrag	M – Material PA – Partnerarbeit			S – Sitzung UG – Unterrichtsgespräch	

In der ersten Erarbeitunsphase der zweiten Sitzung sollen die Teilnehmenden ihre Erfahrungen reflektieren und ihre Ergebnisse in Form eines Lerntagebuch-Eintrags schriftlich festhalten. Es ist davon auszugehen, dass den Teilnehmenden die Methode „Sesseltanz“ unbekannt ist. Vor der Erarbeitungphase sollte daher genügend Zeit eingeplant werden, um das Vorgehen zu erklären.

Da die Erfahrungen aus der Erprobungsphase sehr persönlich und offenbarend sein können, besteht die Gefahr, dass die Teilnehmenden in ihrem Schreiben gehemmt sind. Daher ist eine angenehme Lernatmosphäre hierbei besonders wichtig, damit den Teilnehmenden ein geschützter Raum gegeben wird, in dem das gegenseitige Teilen von problematischen Situationen und Herausforderungen ausdrücklich gewünscht ist. Sollten sich die Teilnehmenden untereinander nicht gut kennen, lohnt sich eine Betonung dieser Bedingungen.

Für den Eintrag in das Lerntagebuch ist Einzelarbeit vorgesehen, damit die Teilnehmenden in Ruhe über ihre Erlebnisse nachdenken können. Auch in Vorbereitung auf die Präsentationsphase empfiehlt es sich, die Tische hierfür nach Möglichkeit auseinanderzuziehen, um die Bereiche der Teilnehmenden etwas voneinander abzugrenzen und gleichzeitig Raum für das anschließende Umhergehen zu schaffen. Für den Eintrag ist darauf zu achten, etwas Platz am Rand für Kommentare zu lassen.

In der Präsentationsphase werden die Lerntagebuch-Einträge auf den Tischen ausgelegt und die Teilnehmenden dürfen sich an die Plätze der anderen Teilnehmenden setzen, um deren Einträge zu lesen. Falls nötig kann hierfür eine Hintertür offen gelassen werden (s. Tab. 5.6), sodass die persönlichen Erfahrungen nicht mit den anderen geteilt werden müssen. Anders herum dürfen dann aber auch nicht die Einträge der anderen gelesen werden. Erfahrunsgemäß stellt das Teilen der Einträge jedoch keine Probleme dar, sofern es zuvor angekündigt wurde.

Die Teilnehmenden dürfen die Einträge am Rand kommentieren. Erlaubt sind dafür ausschließlich positive oder neutrale Kommentare. Die Teilnehmenden können z. B. einen Smiley setzen, eine Erfahrung teilen oder einen Ratschlag notieren. Wenn kein Kommentar gemacht wird, sollen die Teilnehmenden nach der Lektüre ein Häkchen unter den Eintrag setzen, um zu signalisieren, dass er gelesen wurde. Dies ist wichtig für die Wertschätzung derjenigen, die den Text geschrieben haben.

Die Präsentationsphase dient dazu, dass die Teilnehmenden ihre Erfahrungen aus der Erprobungsphase mit denen der anderen Teilnehmenden abgleichen und von ihnen lernen können. Dafür müssen nicht alle Einträge gelesen werden, sodass in individuellem Tempo vorgegangen werden kann. Eine Voraussetzung ist jedoch, dass zuvor ehrliche Einträge geschrieben wurden.

Nach der Präsentationsphase sollten die Teilnehmenden etwas Zeit bekommen, um sich die Rückmeldungen im eigenen Eintrag durchlesen zu können. Erfahrungsgemäß ist das Interesse groß, zu lesen, was die anderen Teilnehmenden kommentiert haben.

In der anschließenden Diskussion kommen die Teilnehmenden über ihre Eindrücke ins Gespräch und haben die Möglichkeit, die Ergebnisse zu diskutieren. Es hat sich als hilfreich erwiesen, an dieser Stelle die Aufgabenstellungen für die Erarbeitung und Präsentation erneut zu zeigen, damit darauf Bezug genommen werden kann. Die Diskussion ist zunächst sehr offen gehalten, sodass die Teilnehmenden hier frei ihre Eindrücke vertiefen oder auf Kommentare reagieren können.

Da die zweite Sitzung nicht so eng getaktet ist wie die erste, bietet sich im Anschluss an die Durchführung der Methode „Sesseltanz“ noch eine Methodenreflexion an.

In der zweiten Erarbeitungsphase setzen sich die Teilnehmenden in Kleingruppen zusammen und machen sich bewusst, was ihnen bei der Impulsgebung persönlich wichtig erscheint. Darüber hinaus sollen sie individuelle Ziele notieren, die sie im Hinblick auf ihre Impulsgebung langfristig verfolgen möchten. Damit die Ziele auch realisierbar sind, sollten sie nicht zu hoch gesteckt und möglichst konkret formuliert werden. Eine Veränderung in kleinen Schritten, die wirklich umgesetzt wird, ist dabei einer zu hohen Zielsetzung, der nicht weiter nachgegangen wird, vorzuziehen. Der Austausch untereinander sorgt dafür, dass vielfältige Anregungen für die Zielsetzungen entstehen.

In der zugehörigen Sicherungsphase stellen sich die Teilnehmenden ihre Ziele oder zumindest Einblicke daraus gegenseitig vor. Eine Blitzlicht-Runde, in der alle Teilnehmenden nacheinander eines ihrer Ziele benennen, bietet sich hierfür an. Alternativ können die Teilnehmenden ihre Ziele auf einem Board wie z. B. bei Taskcards festhalten, sodass sie für alle sichtbar sind.

In den Erprobungen wurde vor dem Abschluss der zweiten Sitzung noch eine Evaluation des Seminars durchgeführt. Sie wird im Verlaufsplan nicht erwähnt, lässt sich aber je nach Interesse einbauen. Die zweite Sitzung endet mit einem zusammenfassenden Rückblick und einer Klärung von ggf. offenen Fragen.

5.3 Alternative Einsatzmöglichkeiten

Neben den Erprobungen mit Studierenden im Begleitseminar während des Praxissemesters wurde das konzipierte Material auch mit anderen Teilnehmendengruppen erprobt. Um den Voraussetzungen und Bedarfen der jeweiligen Gruppen gerecht zu

werden, wurde neben den für das Seminar entwickelten Materialien auch Zusatzmaterial erstellt. Es hat sich gezeigt, dass sich das insgesamt erstellte Material damit auch gut für andere Einsatzmöglichkeiten eignet, die im Folgenden kurz beschrieben werden. Die einzelnen Bestandteile werden dabei jedoch nicht so ausführlich dargestellt wie das ursprünglich konzipierte Seminar. Beispielsweise werden keine Lernziele für die alternativen Einsatzmöglichkeiten aufgeführt und die Erläuterungen zu den Verlaufsplänen sind weniger ausführlich. Die Zusatzmaterialien können dem Anhang entnommen werden. Es wird an entsprechender Stelle darauf verwiesen.

5.3.1 Im Anschluss an das Praxissemester

Für den Einsatz im Anschluss an das Praxissemester waren folgende Rahmenbedingungen gegeben:

- Gruppengröße: ca. 4x25 Lehramtsstudierende für unterschiedliche Schulformen, u. a. für die Grundschule sowie die Haupt-, Real-, und Gesamtschule
- Umfang: 1 h Vortrag, 2,5 h Workshop
- Sonstiges: Die Abschlussveranstaltung zum Praxissemester einer anderen Universität fand als Blockveranstaltung an einem Tag statt. Für den Workshop standen vier Dozierende zur Verfügung, sodass die ca. 100 Studierenden in vier Gruppen von ca. 25 Personen aufgeteilt werden konnten

Für die Veranstaltung war von Seiten der Dozierenden gewünscht, dass sie sich in einen Vortragsteil und einen praktischer angelegten Workshop gliedert. In Rücksprache wurde die beschriebene Aufteilung vorgenommen.

Für den Vortrag wurde kein Verlaufsplan angefertigt. Der zugehörige Foliensatz kann jedoch dem digitalen Materialanhang entnommen werden (s. Anhang C). Inhaltlich wurde neben Grundlegendem zur Impulsgebung (Hintergründe zum Dialogischen Lernen, Definition eines Impulses, Ziele und Qualiätsmerkmale von Impulsen) auch eine Verortung der Impulsgebung in Lehrplänen und Richtlinien vorgenommen und die Relevanz von Impulsen für den Mathematikunterricht bewusst gemacht. Außerdem wurde auf die vielen Einflussfaktoren und die hohen Anforderungen an die Lehrperson für eine gelingende Impulsgebung hingewiesen. Somit konnten durch den Vortrag bereits die theoretischen Hintergründe erläutert werden, sodass im anschließenden Workshop viel praktisch gearbeitet werden konnte.

Die Teilnehmenden wurden nach der Schulformausrichtung ihres Studiums in Gruppen eingeteilt. Somit konnte in den vier Workshops gezielter auf die Bedürfnisse und Voraussetzungen der Teilnehmenden eingegangen werden. Die folgenden Erläuterungen zum Verlaufsplan, der in Tab. 5.8 und Tab. 5.9 abgebildet ist, beziehen sich auf den Workshop für Haupt-, Real- und Gesamtschulstudierende. Die Struktur

der anderen Workshops ist dieselbe, es wurden lediglich zum Teil andere Beispielaufgaben gewählt und in den Diskussionen konnte mehr auf die Umsetzung im Grundschulunterricht eingegangen werden.

Der erste Teil des Workshops dient dem Formulieren von Impulsen unterschiedlicher Ansätze anhand des Impulskatalogs. Aufgrund des Umfangs steht für die erste Auseinandersetzung mit dem Impulskatalogwie ähnlich wie im konzipierten Seminar eine Learning App mit einer reduzierten Variante zur Verfügung. Für die erste Erarbeitungsphase, in der die Teilnehmenden Impulse zu einem Schülerbeitrag formulieren, wurde bewusst ein Beispiel gewählt, dass stofflich zu Beginn der weiterführenden Schule einzuordnen ist, sodass es für alle Teilnehmendengruppen einen möglichst hohen Bezug zur späteren Schulpraxis darstellte.

Für den zweiten Teil des Workshops war ein Rollenspiel geplant. Ursprünglich sollten zwei Rollenspiel-Durchläufe stattfinden, um mindestens ein Mal die Rolle der Lehrperson oder der Schülerin bzw. des Schülers innezuhaben und einen Vergleich zwischen zwei Rollen ziehen zu können. Zeitlich war dies jedoch zu optimistisch angedacht, sodass während des Workshop-Verlaufs eine Änderung vorgenommen wurde. Anstatt zwei Rollenspiele vollständig zu durchlaufen wurde bei dem zweiten Rollenspiel kein Transkript erstellt und die Teilnehmenden spielten in zweier-Gruppen die Rollen der Lehrpersonen und der Lernenden. In den Workshops der anderen Erprobenden wurde das zweite Rollenspiel sogar vollständig weggelassen, damit für das erste mehr Zeit blieb. Dies scheint im Hinblick auf die hohen Anforderungen und schwierigen Rahmenbedingungen die bessere Variante zu sein. Der Verlaufsplan in Tab. 5.9 zeigt bereits die angepasste Planung.

Auch wenn das Hineinversetzen in die jeweiligen Rollen und das spontane Reagieren im Rollenspiel herausfordernd sind (s. Reflexion zur Erprobung in Abschnitt 6.4.3), können die Teilnehmenden hieraus u. a. auf einer Metaebene einiges mitnehmen. Entscheidend ist nicht, dass diejenigen, die die Rolle der oder des Lernenden innehatten, auf den richtigen Weg oder sogar zum richtigen Ergebnis gelangt sind. Entscheidend ist, dass diejenigen, die die Rolle der Lehrperson innehatten, mit ihrem Impulsen die Lernenden zum Betreiben von und Nachdenken über Mathematik veranlassen konnten. Und dazu darf auch gehören, dass die Lernenden einen Irrweg einschlagen oder Ideen ausprobieren. Die genauen Lernziele des Rollenspiels können den Einsatzmöglichkeiten im Anhang (Anhang C.2.11) entnommen werden.

In der Erprobung wurde eine Evaluation der Blockveranstaltung (Vortrag und Workshop) durchgeführt. Diese wurde im Verlaufsplan zugunsten einer längeren Sicherungs- und Reflexionsphase ersetzt.

Tab. 5.8: Verlaufsplan Workshop von zweieinhalb Zeitstunden (1)

Dauer [in Min.]	Phase	Inhalte	Sozial-form	Medien	Materialien	Kommentar
Ca. 10 Min.	Begrüßung	Begrüßung der Teilnehmenden. Übersicht über den Ablauf. Kurze Vorstellungsrunde. Darlegung der Ziele des Workshops.	UG	Beamer	Folien 1-4 (W F)	Die Teilnehmenden wurden aus unterschiedlichen Gruppen zusammengesetzt. Zieltransparenz.
Ca. 10 Min.	Input I	Die Teilnehmenden erarbeiten sich den Aufbau des Impulskatalogs mithilfe der Learning App. Anschließend verschaffen sie sich einen groben Überblick über den gesamten Impulskatalog.	EA / PA	Beamer, Learning-App	Folie 5 (W F)	Da der Katalog äußerst umfangreich ist, ist die reduzierte Erarbeitung anhand der App sinnvoll. In den Erprobungen wurde der Einsatz der App oft zur Wahl gelassen. Der Impulskatalog muss nicht vollumfassend gesichtet werden, ein Überblick reicht aus.
Ca. 15 Min.	Erarbeitung I	Die Teilnehmenden wählen einzelne Ansätze aus dem Impulskatalog aus und formulieren dazu passende Impulse.	GA	Beamer, Moodle o. Ä.	Folie 6 (W F), M10	Die Ausstattung der Teilnehmenden war im Vorfeld nicht klar. Falls manche Teilnehmenden die Materialien in gedruckter Form benötigen, werden diese ausgeteilt.
Ca. 10 Min.	Sicherung I	Sichtung der Ergebnisse. Besprechung der Ergebnisse aus Erarbeitung I. Ggf. kurze Diskussion über die Qualität der Impulse – welche werden als besonders gelungen betrachtet und warum?	EA UG	Beamer, Moodle o. Ä.	Ergebnisse aus Erarbeitung I, Folie 6 (W F), M10	Die Teilnehmenden lesen sich zunächst selbstständig über Moodle die Einträge der anderen durch, sodass die Sicherung schnell auf eine Metaebene kommen kann.
Ca. 5 Min.	Eventual-phase I	Die Teilnehmenden reflektieren darüber, wie hilfreich der Impulskatalog für das Finden von Ansätzen und das Formulieren von Impulsen war.	UG	-	-	Durch die Diskussion kann angebahnt werden, wie die Teilnehmenden ihre Impulsgebung anhand des Katalogs verbessern können.
Ca. 15 Min.	PAUSE					
Ca. 10 Min.	Organisation	Vorbereitung des Rollenspiels. Übersicht über die verschiedenen Rollen. Darstellung des Ablaufs.	UG	Beamer	Folien 9-11 (W F)	Es sollte nicht mehr Vorbereitungszeit gegeben werden, damit spontan reagiert werden muss.

Tab. 5.9: Verlaufsplan Workshop von zweieinhalb Zeitstunden (2)

Dauer [in Min.]	Phase	Inhalte	Sozial-form	Medien	Materialien	Kommentar
Ca. 45 Min.	Erarbeitung II	Die Teilnehmenden führen das Rollenspiel nach dem o. g. Muster durch. Die Transkripte werden in einem gemeinsamen Dokument geteilt.	GA	Beamer, Moodle o. Ä.	Folie 11 (W F), M11	Je nach Anzahl der Teilnehmenden kann die Workshop-Leitung selbst auch eine Rolle übernehmen. Für das Erstellen der Transkripte müssen die Regeln klar sein. Es geht nicht um Wartezeiten o. Ä., sondern allein um den Inhalt.
Ca. 10 Min.	Sicherung II	Besprechung der Ergebnisse aus Erarbeitung II. Sammlung von Eindrücken, gelungenen Impulsen und Herausforderungen.	UG	Beamer, Moodle o. Ä.	M11	Sammlung der Eindrücke gerne nach Rollen: Wie haben sich die Lehrpersonen gefühlt? Wie ist es den Lernenden ergangen?
Ca. 10 Min.	Reflexion	Die Teilnehmenden reflektieren auf einer Metaebene: Was nehmen Sie aus diesen Rollenspielen mit (auch übergeordnet)? Gibt es Situationen aus der Praxisphase, in denen Sie anders reagiert hätten, wenn Sie den Workshop zur Impulsgebung vorher durchlaufen hätten. Was ist Ihnen langfristig im Hinblick auf Ihre Impulsgebung wichtig?	EA / PA / UG	Beamer	Folie 12 (W F)	Methode des Think-Pair-Share: Zunächst überlegen alle für sich, um sich anschließend mit einer anderen Person auszutauschen und dann im Plenum ins Gespräch zu kommen.
Ca. 5 Min.	Eventual-phase II	Diskussion: Was für Aufgaben sollten vorliegen, damit man Impulse setzen kann, die zur Produktion anregen?	UG	-	-	Bewusstmachen der Bedingungen für Impulse (z. B. Offenheit der Aufgaben), die bestimmte Qualitätsmerkmale erfüllen.
Ca. 5 Min.	Abschluss	Zusammenfassender Rückblick. Klärung offener Fragen. Verabschiedung.	UG	Beamer	Folie 13 (W F)	
Legende:						
EA – Einzelarbeit F – Foliensatz		GA – Gruppenarbeit M – Material		PA – Partnerarbeit UG – Unterrichtsgespräch		W – Workshop

5.3.2 Im Referendariat

Für den Einsatz im Referendariat waren folgende Rahmenbedingungen gegeben:

- Gruppengröße: ca. 20 Lehramtsanwärterinnen und -Anwärter
- Umfang: 2x90 Minuten im Abstand von ca. 14 Wochen (inkl. Ferien)
- Sonstiges: Die Gruppe wurde aus zwei Fachseminaren zusammengesetzt

Die Teilnehmenden hatten ähnlich wenig Vorkenntnisse zur Impulsgebung wie die Studierenden im Praxissemester. Unter diesen Bedingungen konnten die Sitzungen genauso gehalten werden wie im konzipierten Seminar, weshalb der Verlaufsplan (s. Tab. 5.3 und Tab. 5.4) an dieser Stelle nicht erneut aufgeführt wird.

Ein Unterschied war der große zeitliche Abstand zwischen den beiden Sitzungen. Aufgrund der deutlich längeren Dauer des Referendariats gegenüber dem Praxissemester stellte dies jedoch eher einen Vorteil dar, sodass die Teilnehmenden mehr Zeit für die Erprobungsphase hatten. Es empfiehlt sich allerdings, die Teilnehmenden in dem Zeitraum zwischen den beiden Sitzungen ab und zu an den Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase zu erinnern.

Ein weiterer Unterschied waren die Lehrerfahrungen der Teilnehmenden. Während die Studierenden im Praxissemester bis zum Zeitpunkt des Seminars in der Regel nur selten vor einer Lerngruppe gestanden haben, hatten die Lehramtsanwärterinnen und -Anwärter bereits etwas mehr Erfahrungen sammeln können. Im Hinblick auf die Erprobungsphase waren sie daher weniger zurückhaltend. Dies zeigte sich auch in der zweiten Sitzung, in der die Teilnehmenden weniger Hemmungen hatten, über ihre Erfahrungen zu berichten. Dadurch entstand zeitlich etwas mehr Freiraum. Es wäre denkbar gewesen, diesen für eine Vertiefung zu nutzen, z. B. zur Identifikation von Lernstufen für Aufgaben. Dabei ist jedoch zu beachten, sie sinnvoll in das Gesamtkonzept einzufügen. Da auf jeden Fall genügend Raum für die Reflexionen der Erprobungsphase und langfristigen Zielsetzungen gegeben sein sollte, könnte die Vertiefung evtl. als abschließende Erarbeitung eingeplant werden (s. M12 oder M13 bzw. Folien 80 und 83 aus F).

5.3.3 In Lehrkräftefortbildungen

Es wurden zwei Lehrkräftefortbildungen in unterschiedlichem Umfang durchgeführt. Die eine Fortbildung dauerte vier Zeitstunden und wurde im Rahmen des Schul-Hochschul-Fachtags an der RWTH Aachen angeboten. Wegen Pandemiebedingungen war es eine reine Online-Veranstaltung via Videokonferenz. Bei der anderen Fortbildung handelte es sich um einen zweistündigen Workshop auf dem

MNU Bundeskongress, der in Präsenz stattfand. Die beiden Fortbildungen werden im Folgenden nacheinander vorgestellt.

5.3.3.1 Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden

Für die vierstündige Lehrkräftefortbildung waren folgende Rahmenbedingungen gegeben:

- Gruppengröße: 11 Teilnehmende, darunter Studierende, Promovierende, aktive Lehrpersonen, Fachleitungen
- Umfang: 1x4h inkl. 50 Minuten Pause
- Sonstiges: Die Fortbildung hat unter Pandemiebedingungen per Videokonferenz stattgefunden

Die Inhalte der vierstündigen Lehrkräftefortbildung unterscheiden sich nicht wesentlich von den Inhalten des konzipierten Seminars. Allerdings können sie deutlich entspannter und intensiver erarbeitet werden. So können die theoretischen Grundlagen schrittweise und mit direkten Übungsgelegenheiten erarbeitet werden. Außerdem steht mehr Freiraum für das Eingehen auf die individuellen Bedürfnisse der Teilnehmenden zur Verfügung.

Ein großer Unterschied besteht darin, dass die Teilnehmenden der Lehrkräftefortbildung keine Erprobungen in der Praxis machen können. Um dies zu kompensieren wurden zusätzliche Übungsphasen und abwechslungsreiches Material zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus ist es wichtig, in den Sicherungs- und Diskussionsphasen stets den Bezug zur Unterrichtspraxis herzustellen und konkret darüber nachzudenken, wie die Umsetzung stattfinden kann.

Aufgrund der Ähnlichkeit zum konzipierten Seminar werden die einzelnen Bestandteile der Lehrkräftefortbildung nicht im Detail beschrieben. Stattdessen werden besondere Auffälligkeiten oder Abweichungen geschildert. Der Verlaufsplan kann Tab. 5.10 und Tab. 5.11 entnommen werden.

Für die Motivation zur Auseinandersetzung mit der Impulsgebung wurde zu Beginn der Sitzung ein Negativbeispiel eines Dialogs zwischen einer Lehrperson und ihrer Lerngruppe herangezogen. Es zeigt, wie Unterrichtsgespräche teilweise ablaufen und dabei kein konkreter Bezug auf die Lernendenaussagen genommen wird. Einschränkend muss gesagt werden, dass der Kontext des Gesprächsausschnitts nicht bekannt ist. Es kann sich auch um eine Abfrage im Sinne der Leistungsdiagnose handeln, sodass den Lernenden bewusst keine Impulse zur Unterstützung gegeben werden. Anders herum ließen sich Impulse jedoch auch in diesem Fall rechtfertigen, um herauszufinden, was die Lernenden trotz ursprünglich falscher Antwort verstanden haben.

Tab. 5.10: Verlaufsplan Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden (1)

Dauer [in Min.]	Phase	Inhalte	Sozial-form	Medien	Materialien	Kommentar
Ca. 15 Min.	Begrüßung	Begrüßung der Teilnehmenden. Dialogbeispiel zur Motivation. Übersicht über den Ablauf. Vorstellungsrunde.	UG	Screensharing	Folien 1-4 (L1 F)	Die Lehrkräftefortbildung fand per Videokonferenz statt. Da die Teilnehmenden sich in der Regel nicht kennen, ist eine kurze Vorstellungsrunde sinnvoll.
Ca. 10 Min.	Einstieg	Die Teilnehmenden notieren ihre Assoziationen zur Impulsgebung, die sie mit einem Billard-Spiel verbinden. Kurze Besprechung der Assoziationen.	EA / PA	Screensharing, Mentimeter o. Ä.	Folie 5 (L1 F)	Einstimmung, Ankommen im Lernkontext. Sammeln der Assoziationen z. B. über Mentimeter.
Ca. 5 Min.	Organisation	Bereitstellung der Materialien.	UG	Screensharing	Folie 6 (L1 F)	Bereitstellung z. B. über Taskcards o. Ä.
Ca. 15 Min.	Input I	Theoretischer Hintergrund zum Dialogischen Lernen und daraus Entwicklung einer Impulsdefinition.	LV	Screensharing	Folien 7-13 (L1 F)	Benötigt werden Hintergründe zum dialogischen Lernen.
Ca. 5 Min.	PAUSE					
Ca. 15 Min.	Erarbeitung I	Die Teilnehmenden sammeln wörtliche Impulse zu einem beispielhaften Schülerbeitrag.	PA / GA	Taskcards o. Ä.	Folie 15 (L1 F), M3	Die Umsetzung fand wegen der Pandemiebedingungen in Breakout-Sessions der Videokonferenz statt.
Ca. 10 Min.	Sicherung I	Vorstellung der Ergebnisse aus Erarbeitung I.	UG	Screensharing, Taskcards o. Ä.	Ergebnisse aus Erarbeitung I, M3	Sicherung eher auf einer Metaebene: Was ist besonders auffallend? Was war leicht / schwierig? Worauf wurde geachtet?
Ca. 15 Min.	Input II	Die Teilnehmenden erarbeiten sich den Aufbau des Impulskatalogs mithilfe der Learning App. Anschließend verschaffen sie sich einen groben Überblick über den gesamten Impulskatalog.	EA UG	Screensharing, Learning-App	Folie 16 (L1 F), M4, M5	Da der Katalog äußerst umfangreich ist, ist die reduzierte Erarbeitung anhand der App sinnvoll. In den Erprobungen wurde der Einsatz der App oft zur Wahl gelassen. Der Impulskatalog muss nicht vollumfassend gesichtet werden, ein Überblick reicht aus.
Ca. 30 Min.	PAUSE					
Ca. 25 Min.	Erarbeitung II	Die Teilnehmenden formulieren anhand des Impulskatalogs Impulse zu einer beispielhaften Schülerlösung, wobei sie unterschiedliche Ansätze verwenden.	GA	Taskcards o. Ä.	Folie 17 (L1 F), M10	Bei positiver Lernatmosphäre können die Teilnehmenden die Impulse gegenseitig kommentieren. Wichtig ist, dass die Kommentare auch als solche gekennzeichnet sind.

Tab. 5.11: Verlaufsplan Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden (2)

Dauer [in Min.]	Phase	Inhalte	Sozial-form	Medien	Materialien	Kommentar
Ca. 15 Min.	Sicherung II	Vorstellung der Ergebnisse aus Erarbeitung II.	UG	Screensharing, Taskcards o. Ä.	Ergebnisse aus Erarbeitung II, M10	Die Sicherung kann wieder auf einer Metaebene erfolgen (s. o.)
Ca. 5 Min.	Eventual-phase	Die Teilnehmenden diskutieren über den Nutzen des Impulskatalogs.	UG	-	M5	Durch die Diskussion kann angebahnt werden, wie die Teilnehmenden ihre Impulsgebung anhand des Katalogs verbessern können.
Ca. 10 Min.	PAUSE					
Ca. 15 Min.	Input III	Die Qualitätskriterien von Impulsen werden vorgestellt.	LV	Screensharing	Folien 19-26 (L1 F), ggf. M2	Anstelle des Lehrvortrags ist es auch möglich, dass die Teilnehmenden die Erläuterungen zu den Qualitätskriterien aus M2 lesen.
Ca. 20 Min.	Erarbeitung III	Die Teilnehmenden formulieren Impulse, die verschiedenen Ansprüchen genügen. Sie dürfen aus einer Materialgrundlage frei wählen.	GA	Taskcards o. Ä.	Folie 27 (L1 F), ggf. M2, M14	An dieser Stelle ist es möglich, dass die Teilnehmenden Material aus dem eigenen Unterricht als Grundlage nutzen.
Ca. 5 Min.	PAUSE					
Ca. 15 Min.	Sicherung III	Vorstellung der Ergebnisse aus Erarbeitung III.	UG	Screensharing	Ergebnisse aus Erarbeitung III	Die Sicherung kann wieder auf einer Metaebene erfolgen (s. o.), dadurch ggf. Überleitung zur Diskussion möglich.
Ca. 10 Min.	Diskussion	Die Teilnehmenden reflektieren, wie leicht oder schwer ihnen die Impulsformulierung gefallen ist und diskutieren Möglichkeiten zur Verbesserung.	UG	-	Folie 28 (L1 F)	Bei der Diskussion kann auch darauf eingegangen werden, inwiefern eine Berücksichtigung aller Qualitätskriterien bei der Impulsgebung möglich ist.
Ca. 5 Min.	Abschluss	Zusammenfassender Rückblick, Klärung offener Fragen. Verabschiedung	UG	Screensharing	Folien 29-31 (L1 F)	
Legende:	EA – Einzelarbeit F – Foliensatz		GA – Gruppenarbeit L – Lehrkräftefortbildung		LV – Lehrvortrag M – Material	PA – Partnerarbeit UG – Unterrichtsgespräch

In der Erarbeitungsphase III haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, aus drei Materialien zu wählen oder eigenes Material aus ihrem Unterricht mit einzubringen. Um auf die unterschiedlichen Bearbeitungen oder auf das unbekannte Material eingehen zu können, ist von der Leitung eine gewisse Flexibilität gefordert. Für die Besprechung kann es hilfreich sein, von der Expertise der Gruppe zu profitieren und gemeinsam über die Ergebnisse zu reflektieren. Da die Teilnehmenden teilweise über mehrjährige Unterrichtserfahrung verfügen, bietet es sich generell an, ihre Einschätzungen zur Umsetzbarkeit im Unterricht einzuholen.

5.3.3.2 Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden

Für die zweistündige Lehrkräftefortbildung waren folgende Rahmenbedingungen gegeben:

- Gruppengröße: ca. 25 Teilnehmende, darunter Lehramtsanwärterinnen und -Anwärter, Promovierende und aktive Lehrpersonen
- Umfang: 1x2h

Da der Umfang der Lehrkräftefortbildung im Vergleich zu der vorherigen Fortbildung und im Vergleich zum Seminar deutlich verkürzt ist, müssen Abstriche in den behandelten Inhalten gemacht werden. Im Wesentlichen ist der zweistündige Workshop mit der ersten Sitzung des Seminars vergleichbar: Zunächst wird Grundlegendes zu Impulsen erläutert, dann sammeln die Teilnehmenden Impulse anhand eines Beispiels und erarbeiten sich später den Impulskatalog. Aufgrund der Ähnlichkeit werden die einzelnen Phasen hier nicht näher erläutert. Für genauere Beschreibungen sei auf Abschnitt 5.2.4.1 verwiesen. Der Verlaufsplan zur zweistündigen Lehrkräftefortbildung kann Tab. 5.12 und Tab. 5.13 entnommen werden.

Wegen der nicht vorhandenen Erprobungsphase entfällt entsprechend die Erläuterung des Arbeitsauftrages, sodass die Zeit für eine Diskussion über den Nutzen des Impulkatalogs genutzt wird. Durch diese Diskussion kann angebahnt werden, wie die Teilnehmenden ihre Impulsgebung anhand des Katalogs verbessern können. Damit ist es möglich, einen Ausblick für die weitere Arbeit an der Impulsgebung zu schaffen, auch wenn keine langfristigen Ziele formuliert werden. In diesem Workshop wird bei der Erläuterung zu den Grundlagen der Impulsgebung der Fokus mehr auf die Qualitätskriterien eines Impulses gelegt, um sie später mit den Teilnehmenden diskutieren zu können. Eine andere Fokussetzung ist jedoch genauso möglich. Insgesamt können die mit dieser Arbeit zur Verfügung gestellten Materialien relativ frei und je nach Interessen und Vorerfahrungen kombiniert werden. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, nicht zu viele Veränderungen auf einmal anzugehen und stattdessen kleine Schritte vorzunehmen (s. Abschnitt 5.1.8).

Dauer [in Min.]	**Phase**	**Inhalte**	**Sozial-form**	**Medien**	**Materialien**	**Kommentar**
Ca. 10 Min.	Begrüßung	Begrüßung der Teilnehmenden. Übersicht über den Ablauf. Darlegung der Ziele des Workshops. Kurze Vorstellungsrunde.	UG	Beamer	Folien 1-4 (L2 F)	Die Gruppe der Teilnehmenden ist in der Regel sehr divers. Die Vorstellungsrunde dient dazu, einen Eindruck darüber zu erhalten, wer in der Fortbildung zusammenkommt.
Ca. 15 Min.	Input I	Grundlegendes zu Impulsen: Was ist ein Impuls? Welche Eigenschaften kann er haben?	LV	Beamer	Folien 5-16 (L2 F)	Benötigt werden Hintergründe zum Dialogischen Lernen.
Ca. 5 Min.	Organisation	Bereitstellung der Materialien.	UG	Beamer, Taskcards o. Ä.	Folie 17 (L2 F)	Die Materialien wurden über Taskcards zur Verfügung gestellt.
Ca. 15 Min.	Erarbeitung I	Die Teilnehmenden sammeln wörtliche Impulse zu einem beispielhaften Schülerbeitrag.	PA / GA	Beamer, Taskcards o. Ä.	Folie 18 (L2 F), M 13	Erstes Einfinden in das Formulieren von Impulsen.
Ca. 10 Min.	Sicherung I	Die Teilnehmenden sichten die Ergebnisse der anderen Gruppen und kommen anschließend darüber ins Gespräch.	EA UG	Beamer, Taskcards o. Ä.	Ergebnisse aus Erarbeitung I, M 13	Sicherung eher auf einer Metaebene: Was ist besonders auffallend? Was war leicht / schwierig? Worauf wurde geachtet?
Ca. 15 Min.	Input II	Die Teilnehmenden erarbeiten sich den Aufbau des Impulskatalogs mithilfe der Learning App. Anschließend verschaffen sie sich einen groben Überblick über den gesamten Impulskatalog.	EA	Beamer, Learning-App,	Folie 19 (L2 F), M4, M5	Da der Katalog äußerst umfangreich ist, ist die reduzierte Erarbeitung anhand der App sinnvoll. In den Erprobungen wurde der Einsatz der App oft zur Wahl gelassen. Der Impulskatalog muss nicht vollumfassend gesichtet werden, ein Überblick reicht aus.

Tab. 5.12: Verlaufsplan Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden (1)

Dauer [in Min.]	**Phase**	**Inhalte**	**Sozial-form**	**Medien**	**Materialien**	**Kommentar**
Ca. 25 Min.	Erarbeitung II	Die Teilnehmenden formulieren anhand des Impulskatalogs Impulse mit unterschiedlichen Ansätzen zu einer beispielhaften Schülerlösung.	EA / PA	Taskcards o. Ä.	Folie 20 (L2 F), M3	Die Teilnehmenden dürfen aus einer Materialgrundlage frei wählen. An dieser Stelle ist es möglich, dass die sie Material aus dem eigenen Unterricht als Grundlage nutzen.
Ca. 10 Min.	Sicherung II	Vorstellung der Ergebnisse aus Erarbeitung II.	UG	Beamer, Taskcards o. Ä.	Ergebnisse aus Erarbeitung II, M3	Die Sicherung kann wieder auf einer Metaebene erfolgen (s. o.), dadurch ggf. Überleitung zur Diskussion möglich.
Ca. 10 Min.	Eventual-phase	Die Teilnehmenden diskutieren über den Nutzen des Katalogs.	UG	-	Folie 21 (L2 F), M5	Durch die Diskussion kann angebahnt werden, wie die Teilnehmenden ihre Impulsgebung anhand des Katalogs verbessern können.
Ca. 5 Min.	Abschluss	Zusammenfassender Rückblick. Klärung offener Fragen. Verabschiedung	UG	Beamer	Folien 22-24 (L2 F)	
Legende:						
EA – Einzelarbeit F – Foliensatz		GA – Gruppenarbeit L – Lehrkräftefortbildung		LV – Lehrvortrag M – Material		PA – Partnerarbeit UG – Unterrichtsgespräch

Tab. 5.13: Verlaufsplan Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden (2)

5.4 Zusammenfassung

Für die Konzeption des Seminars wurden zunächst die **Rahmenbedingungen** festgehalten. Es wurde die Anbindung an das Praxissemester im Studium angestrebt, um einerseits möglichst früh in der Lehramtsausbildung für die Impulsgebung zu sensibilisieren und andererseits eine Phase der eigenständigen Erprobung in der Praxis einbauen zu können. Dies hat zur Folge, dass andere Inhalte des Begleitseminars zum Praxissemester wegfallen oder nur verkürzt behandelt werden können. Aus diesem Grund wurde eine Beschränkung auf zwei Seminarsitzungen von jeweils 90 Minuten vorgenommen. Die Sitzungen sollten einen zeitlichen Abstand von mindestens vier Wochen aufweisen, damit in der zwischenzeitigen Erprobungsphase ausreichend Zeit für Erfahrungen in der Praxis bleibt.

Nach der grundlegenden Festlegung des Formats wurde die nähere Konzeption des Seminars beschrieben. Inwiefern es gelingt, die in einer Fortbildung oder in einem Seminar behandelten Inhalte in die Praxis zu transferieren, hängt von zahlreichen **Einflussfaktoren** ab. Hierzu zählen beispielsweise die Qualität der eingebrachten Materialien und ihre Nutzung durch die Teilnehmenden. Daneben spielen außerdem die Merkmale der Fortbildenden eine Rolle, so z. B. ihre Überzeugungen und eigenen Kompetenzen im thematisierten Bereich oder die Voraussetzungen der Teilnehmenden wie das Vorwissen und die Motivation. Auf die Einflussfaktoren wiederum kann nur bedingt Einfluss genommen werden. Es gibt jedoch aus der Forschung hervorgehende **Gestaltungsprinzipien**, die den Fortbildungserfolg begünstigen. Um einen möglichst hohen Wirkungsgrad des Seminars zu erzielen, wurden daher insgesamt 17 dieser Prinzipien herangezogen und die jeweils angestrebte Umsetzung beschrieben. Hierzu zählen u. a. die Teilnehmendenorientierung, die Arbeit an authentischen Beispielen und die Verschränkung von Input-, Erprobungs und Reflexionsphasen.

Aus den Rahmenbedingungen sowie den Gestaltungsprinzipien ergibt sich das **Design des Seminars**. Als übergeordnete Ziele sind exemplarisch die Sensibilisierung für die Thematik, die Bereitstellung eines Theoriehintergrundes sowie die Eröffnung vielfältiger Lernchancen zu nennen. Auf der anderen Seite sind jedoch auch die Grenzen des Seminars zu verdeutlichen. Hierzu zählt, dass die Arbeit an der Impulsgebung mit Teilnahme am Seminar nicht abgeschlossen werden kann und kein universeller Ratgeber für die Praxis erwartet werden darf. Letztendlich liegt es in der Hand der Lehrperson, individuell angepasste Impulse zu setzen. Die übergeordneten Ziele und Grenzen des Seminars spiegeln sich auch in den Lernzielen wider, die für die einzelnen Phasen des Seminars formuliert wurden. In der Schilderung des

genauen Aufbaus der einzelnen Phasen wurden ebenfalls die Hintergründe zu den zugehörigen Verlaufsplänen erläutert.

Ursprünglich ist das Seminar zwar für den Einsatz im Begleitseminar zum Praxissemester konzipiert, allerdings sind auch **alternative Einsatzmöglichkeiten** denkbar und bereits erprobt. Eine nahezu identische Vorgehensweise ist im Referendariat umsetzbar. Des Weiteren können Lehrkräftefortbildungen von verschiedenen Formaten mit den entwickelten Materialien gestaltet werden. Auch ein Einsatz im Anschluss an das Praxissemester ist denkbar. Wegen der nicht vorhandenen zwischenzeitigen Erprobungsphase muss hier jedoch ein abgewandeltes Format gewählt werden. Aus diesem Anlass wurde die Verbindung zwischen einem Vortrag und einem Workshop ausgearbeitet, die aufgrund der bereits absolvierten Praxisphase einen etwas anderen Schwerpunkt setzt und daher auf andere Materialien und Übungen zurückgreift. Alle ausgearbeiteten Verlaufspläne, entwickelten Materialien und zugehörigen Einsatzmöglichkeiten sind vollständig der Arbeit beigefügt (s. Anhang C).

Erprobung und Evaluation des Seminars

6

Dieses Kapitel hat die Darstellung der Erprobungen des Seminars sowie die Diskussion der zugehörigen Evaluationsergebnisse zum Ziel. Anhand dessen sollen zum einen die Stärken und Schwächen der Seminarkonzeption festgestellt werden. Zum anderen bieten die Evaluationsergebnisse die Möglichkeit, die Seminargestaltung weiter zu verbessern. Teilweise sind die Verbesserungen bereits in die Weiterentwicklung des Seminars eingeflossen.

Das Kapitel beginnt in Abschnitt 6.1 mit einer Übersicht über die Erprobungen. Dabei handelt es sich sowohl um eigene Erprobungen (der Autorin) als auch um Erprobungen durch Dritte. Es wurden verschiedene Einsatzmöglichkeiten erprobt (s. Abschnitt 5.3). Die Erprobungen fanden zwischen Juni 2022 und Juni 2024 statt und ihre Vielfalt verdeutlicht die flexible Anwendbarkeit der entwickelten Materialien.

Je nach Einsatz gab es während der Sitzungen eine Reflexionsphase, die in Form eines Lerntagebucheintrags der Teilnehmenden dokumentiert wurde. Ausgewählte Erkenntnisse aus diesen Einträgen werden in Abschnitt 6.2 vorgestellt. Sie sind nicht Teil der Evaluation, ermöglichen jedoch tiefere Einblicke in die Gedankengänge der Teilnehmenden und einen Abgleich mit den Lernzielen, sodass sie eine bereichernde Ergänzung zu den Evaluationsergebnissen darstellen.

In Abschnitt 6.3 wird die Art und Weise der Evaluation beschrieben. Zunächst wird ein Vier-Ebenen-Modell zur Messung von Fortbildungserfolg herangezogen, um die Gestaltung der Evaluation und ihre Aussagekraft einzuordnen. Anschließend wird vorgestellt, wie sich die Evaluation zusammensetzt. Hierbei wird zwischen den Rückmeldungen durch Teilnehmende und Erprobende unterschieden.

Den Abschluss des Kapitels bildet Abschnitt 6.4 mit den Evaluationsergebnissen zu den einzelnen Einsätzen. Es liegen Ergebnisse für den Einsatz im Begleitseminar zum Praxissemester, im Anschluss an das Praxissemester, im Referendariat und in Lehrkräftefortbildungen unterschiedlicher Länge vor. Darüber hinaus wurde ein Teil der entwickelten Materialien sowie die Seminarkonzeption durch Erprobende evaluiert. Insgesamt ermöglichen die Ergebnisse ein umfassendes Bild über die Qualität des konzipierten Seminars.

6.1 Übersicht über die Erprobungen

Das konzipierte Seminar wurde in unterschiedlichen Settings erprobt. Neben den Erprobungen im Rahmen des Begleitseminars zum Praxissemester, für das das Seminar konzipiert wurde, haben weitere Erprobungen stattgefunden. Dazu gehören u. a. Erprobungen im Referendariat oder in Lehrkräftefortbildungen. Sie wurden in Abschnitt 5.3 beschrieben. Dabei lassen sich die Erprobungen im Sinne der Triangulation in eigene Erprobungen und Erprobungen durch Dritte aufteilen. Ziel der Erprobung durch Dritte war es, durch möglichst viele Perspektiven einen umfassenden Eindruck zur Umsetzbarkeit des Seminars in der Praxis zu erhalten. Darüber hinaus sollten die Rückmeldungen zum Einsatz nicht nur die Materialien verbessern, sondern es sollte ebenfalls überprüft werden, inwiefern die Materialien auch durch Dritte eingesetzt werden können. Für die Erprobungen haben Rücksprachen und erläuternde Gespräche mit der Autorin stattgefunden. Die später entwickelten Handreichungen zu den Materialien (s. Anhang) sollen es ermöglichen, dass die Materialien auch ohne zusätzliche Rücksprachen eingesetzt werden können.

In Abb. 6.1 ist die Abfolge der Erprobungen in einem Zeitstrahl veranschaulicht. Sie liegen zwischen dem Sommersemester 2022 und dem Sommersemester 2024. Insgesamt haben acht eigene und vier fremde Erprobungen stattgefunden. Dabei ist zu beachten, dass eine Erprobung keine Gesamterprobung des Seminars bedeutet. Eine Teilerprobung – wie z. B. der ersten Seminarsitzung – wird als eine Erprobung gezählt. In der Abbildung sind die zusammengehörigen Teilerprobungen durch die Nummer der jeweiligen Sitzung gekennzeichnet. Außerdem werden die Erprobungen in anderen Settings – wie z. B. in einer vierstündigen Lehrkräftefortbildung – ebenfalls als Erprobung angesehen. Die Erprobungen wurden nach Möglichkeit stets evaluiert, sodass die Ergebnisse in die Weiterentwicklung des Seminars einfließen konnten.

Die erste Erprobung des konzipierten Seminars hat bereits im Sommersemester 2022 stattgefunden. Zu diesem Zeitpunkt waren die Theorieentwicklung sowie das Seminarkonzept noch nicht fertig ausgearbeitet, sodass lediglich eine Sitzung zum Thema Impulsgebung im Begleitseminar abgehalten wurde. Dennoch schien das frühe Einholen von Rückmeldungen sinnvoll, um die Konzeption zu unterstützen.

Der zweite Erprobungsdurchlauf des konzipierten Seminars hat im Sommersemester 2023 stattgefunden. Zu diesem Zeitpunkt waren sowohl die Theorieentwicklung als auch das Seminarkonzept sehr weit fortgeschritten, sodass beide Sitzungen mit zwischenzeitiger Erprobungsphase durchlaufen werden konnten.

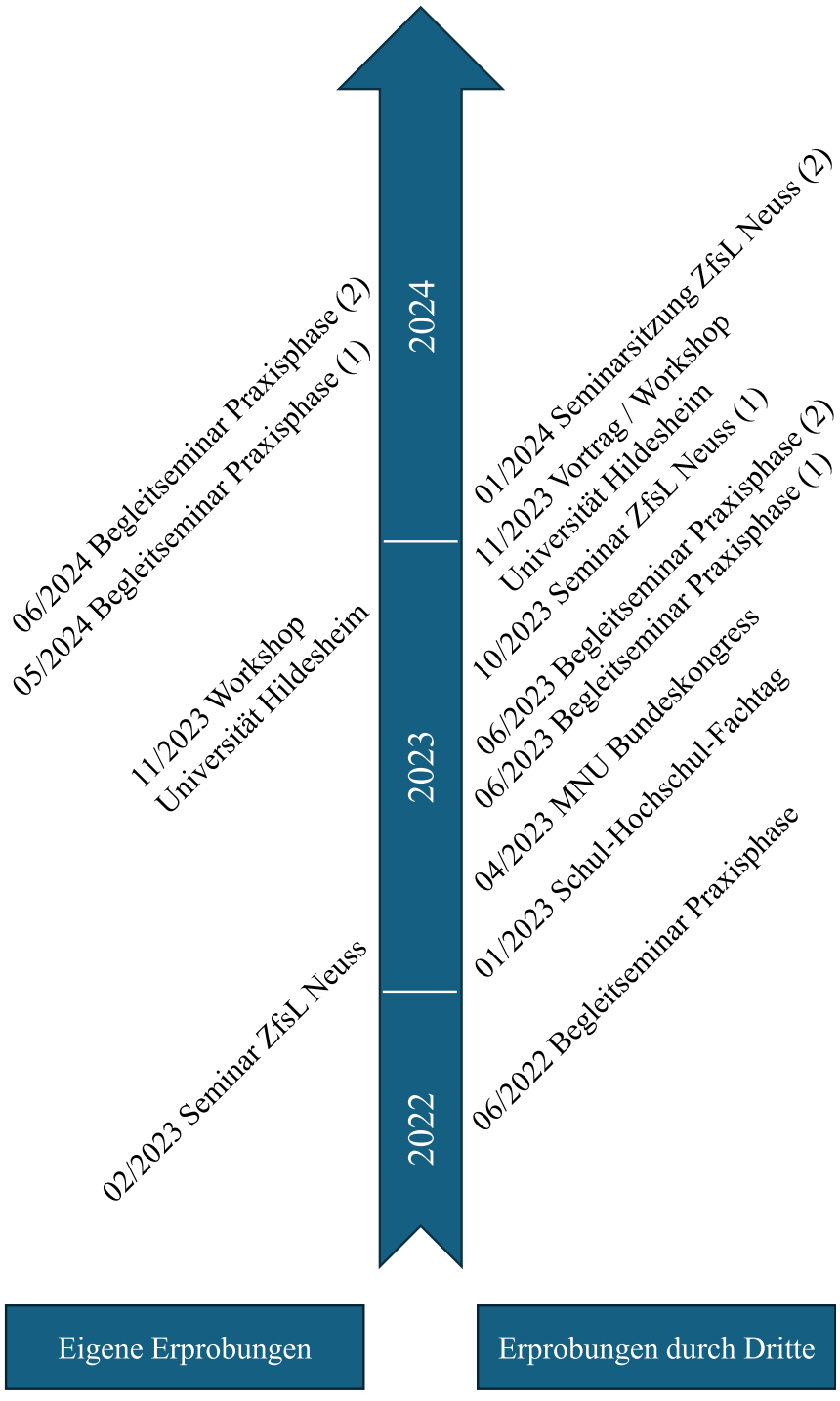


Abb. 6.1: Übersicht über die Abfolge der Erprobungen

Im Sommersemester 2024 wurde das konzipierte Seminar im dritten Durchlauf erprobt. Im Gegensatz zu den beiden vorherigen Durchläufen wurde es in diesem Fall

von einer dritten Person durchgeführt. Der dritte Durchlauf stellte zugleich die letzte Erprobung im Rahmen der vorliegenden Arbeit dar.

In Tab. 6.1 werden die Rahmenbedingungen zu den eigenen Erprobungen aufgeführt. Die Teilerprobungen der zusammengehörigen Sitzungen sind wie zuvor durch die Nummer der jeweiligen Sitzung in Klammern gekennzeichnet. Neben dem zeitlichen Umfang der Erprobung ist der Tabelle ebenfalls die Anzahl der Teilnehmenden sowie die Angabe zur Durchführung einer Evaluation mit der jeweiligen Anzahl der eingegangenen Rückläufe zu entnehmen.

Die Erprobungen Nr. 2 und 3 stellten Angebote im Rahmen von Lehrkräftefortbildungen dar, sodass die Teilnahme auf Freiwilligkeit beruhte. Die hohe Teilnehmendenzahl spiegelt das große Interesse am Thema der Impulsgebung wider, das auch im Rahmen von Vorträgen erlebt wurde. Bei allen anderen Erprobungen handelte es sich um Pflichtveranstaltungen während des Studiums oder Referendariats.

Eine Übersicht über die Erprobungen durch Dritte kann Tab. 6.2 entnommen werden. Sie ist ähnlich wie die Übersicht zu den eigenen Erprobungen aufgebaut. Mit Blick auf die Triangulation ist in dieser Tabelle jedoch zusätzlich aufgeführt, wie viele Erprobende die Veranstaltung durchgeführt haben, ob eine Evaluation durch die Erprobenden stattgefunden hat und wie viele Rückläufe dabei eingeholt werden konnten.

Bei den Erprobungen des konzipierten Seminars im Rahmen des Begleitseminars zum Praxissemester (Nr. 1, 4, 5, 11, 12) ist zu beachten, dass sie jeweils mit zwei Teilnehmendengruppen durchgeführt wurden. Der Einfachheit halber werden sie in den Übersichten in Tab. 6.1 und Tab. 6.2 allerdings nur ein Mal aufgeführt, wobei die Anzahl der Teilnehmenden zusammengelegt wird.

Insgesamt wurden in unterschiedlichen Settings zwölf Erprobungen mit ca. 287 Teilnehmenden und sechs unterschiedlichen Erprobenden durchgeführt. Dabei wurden mögliche Dopplungen in der Teilnehmendenanzahl durch die in Klammern kenntlich gemachten Teilerprobungen nicht rausgerechnet. Allerdings wurde berücksichtigt, dass die Erprobungen Nr. 11 und 12 von derselben Person übernommen wurden.

Nr.	Datum	Anlass	Titel	Umfang	Anzahl der Teilnehmenden	Evaluation durch die Teilnehmenden (Anzahl)
1	27.06.2022	Begleitseminar Praxisphase	Heterogenität: Lehrer-Schüler-Interaktion	1,5h	16	Nein
2	06.01.2023	Schul-Hochschul-Fachtag	Impulse im Mathematikunterricht. An Schülerbeiträge anknüpfen und zum Weiterdenken anregen	4h	11	Ja (11)
3	29.04.2023	MNU Bundeskongress	Der Verlockung der Erklärung widerstehen. Mit Impulsen an Schülerbeiträge anknüpfen und zum Weiterdenken anregen	2h	25	Ja (11)
4	05.06.2023	Begleitseminar Praxisphase (1)	Impulsgebung vor dem Hintergrund Dialogischen Lernens	1,5h	18	Nein
5	26.06.2023	Begleitseminar Praxisphase (2)	Individuelle Impulsgebung	1,5h	21	Nein
6	25.10.2023	Seminarsitzung ZfsL Neuss (1)	Impulsgebung Teil I. Was ist ein guter Impuls und wie finde ich ihn?	1,5h	17	Nein
7	04.11.2023	Workshop Universität Hildesheim	Impulse setzen lernen. Workshop zum bewussteren Einsatz von Impulsen im Mathematikunterricht	2h	25	Ja (22)
8	31.01.2024	Seminarsitzung ZfsL Neuss (2)	Impulsgebung Teil II. Wie kann ich meine eigene Impulsgebung verbessern?	1,5h	20	Ja (20)

Tab. 6.1: Übersicht über die eigenen Erprobungen

Nr.	Datum	Anlass	Titel	Umfang	Anzahl d. Teilnehmenden	Evaluation durch die Teilnehmenden (Anzahl)
9	01.02.2023	Seminarsitzung ZfsL Neuss	Dialogisches Lernen: An Schülerbeiträge anknüpfen und Schüler*innen zum Weiterdenken anregen	1,5h	3	Nein
10	04.11.2023	Workshop Universität Hildesheim	Impulse setzen lernen. Workshop zum bewussteren Einsatz von Impulsen im Mathematikunterricht	2h	71	Ja (67)
11	06.05.2024	Begleitseminar Praxisphase (1)	Diagnostizieren und Intervenieren: Schüler-Lehrer-Interaktion I	1,5h	Ca. 30	Nein
12	17.06.2024	Begleitseminar Praxisphase (2)	Diagnostizieren und Intervenieren: Schüler-Lehrer-Interaktion II	1,5h	Ca. 30	Ja (4)

Tab. 6.2: Übersicht über die Erprobungen durch Dritte

6.2 Ausgewählte Erkenntnisse der Teilnehmenden aus den Erprobungen

Bei den Erprobungen Nr. 8 und 12 (s. Tab. 6.1 und Tab. 6.2), die im Referendariat bzw. im Praxissemester durchgeführt wurden und der Seminarkonzeption am nächsten kommen, wurden nicht nur Evaluationen durchgeführt, sondern auch Erkenntnisse dokumentiert, die die Teilnehmenden durch das Seminar gewonnen haben. Sie beziehen sich in großen Teilen auf die Phase der eigenständigen Erprobung in der Praxis, können aber auch generell die Materialien oder die Arbeit im Seminar betreffen.

In diesem Abschnitt sollen ausgewählte Erkenntnisse der Teilnehmenden vorgestellt werden, um einen tieferen Einblick in die Erprobungen und die erreichten Ergebnisse zu gewähren. Die Erkenntnisse wurden dafür aus den Lerntagebuch-Einträgen der Teilnehmenden entnommen (s. Abschnitt 5.2.4.3). Zunächst werden einzelne, besonders interessante Erkenntnisse vorgestellt. Dazu werden die handschriftlichen Notizen der Teilnehmenden abgebildet und kommentiert. Aufgrund der durchgeführten Methode des Sesseltanzes befinden sich am Rand neben den Erkenntnissen teilweise Kommentare oder Reaktionen der anderen Teilnehmenden. Sie lassen z. B. erkennen, ob die Erfahrungen geteilt werden können oder beinhalten Ideen und Vorschläge für die Weiterarbeit. Im Anschluss an den Kommentar zu den einzelnen Erkenntnissen werden weitere Erkenntnisse von Teilnehmenden in einer Tabelle dargestellt, um einen größeren Umfang abbilden zu können.

Die erste Erkenntnis, die hier vorgestellt wird, bezieht sich auf die Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung. Sie ist in Abb. 6.2 zu sehen.

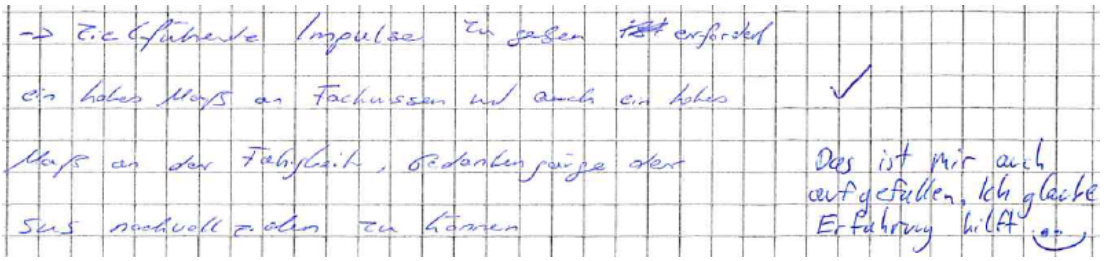


Abb. 6.2: Erkenntnis zu den Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung

Es wurde erkannt, dass ein tiefgreifendes fachliches Wissen unbedingt erforderlich ist, damit die Lehrperson abschätzen kann, in welche fachliche Richtung sie die Lernenden mit ihren Impulsen lenken möchte. Sie muss dazu wissen, welche Inhalte es zu erkunden gibt, und Wege kennen, die dorthin führen. Diese Voraussetzung wurde in Abschnitt 3.3.1 bereits erwähnt und in Abschnitt 3.2.1.1 näher erläutert.

Der zweite Teil des Zitats spiegelt eine noch grundsätzlichere Voraussetzung für das Gelingen eines Impulses wider: Um daran anknüpfen zu können, was die Lernen-

den beigetragen haben, müssen die Gedankengänge der Lernenden nachvollzogen werden können. Eine gelingende Impulsgebung erfordert also auch hohe fachdidaktische Kompetenzen, insbesondere die diagnostischen Fähigkeiten sind hierbei gefragt (s. Abschnitt 3.2.1.2). Den Kommentaren neben dem Eintrag ist zu entnehmen, dass diese Erkenntnis von anderen Teilnehmenden geteilt wird. Außerdem wird Erfahrung als hilfreich eingeschätzt. Sicherlich kann Lehrerfahrung bei der Impulsgebung unterstützen. Sie ist jedoch nicht ausreichend, um die Impulsgebung zu verbessern. Für eine Weiterentwicklung ist es wichtig, dass die Erfahrungen reflektiert werden, um sich ein eigenes Handlungsrepertoire aufzubauen.

Die zweite Erkenntnis nimmt den Unterschied zwischen leistungsschwächeren und leistungsstärkeren Lernenden in den Blick. Sie ist in Abb. 6.3 abgebildet.

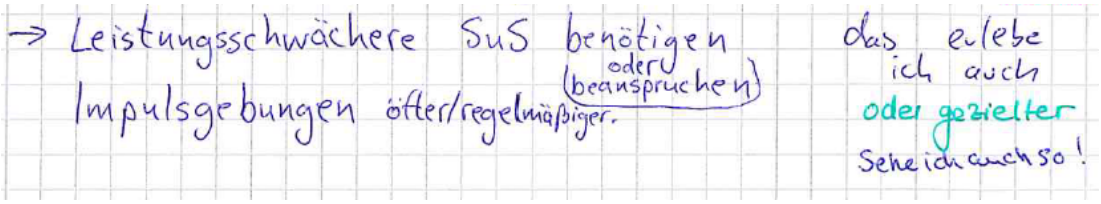


Abb. 6.3: Erkenntnis zum Anspruch leistungsschwächerer Lernenden bei der Impulsgebung

Die oder der Teilnehmende hat festgestellt, dass leistungsschwächere Lernende Impulse öfter oder regelmäßiger benötigen oder beanspruchen als leistungsstärkere Lernende. Offensichtlich haben andere Teilnehmende ähnliche Beobachtungen gemacht, wie den Kommentaren am Rand zu entnehmen ist. Weiterhin wird hierbei ergänzt, dass leistungsschwächere Lernende gezieltere Impulse benötigen. Es bleibt allerdings offen, was mit gezielter gemeint ist. Daher kann nur gemutmaßt werden, dass evtl. ergebnisorientiertere Impulse gemeint sind. Diese Erkenntnisse sind sehr interessant, da sie im Vorfeld nicht erwartet wurden. Der Grund dafür, dass bei leistungsschwächeren Lernenden häufiger Impulse gegeben werden müssen, kann in der Intensität der Impulse vermutet werden. Wenn Lernende größere Schwierigkeiten haben, besteht das Risiko, dass Impulse von hoher Intensität überfordernd wirken oder nicht verstanden werden. Dies macht ggf. ein kleinschrittigeres Vorgehen notwendig, das dementsprechend mehr Impulse nach sich zieht, um zu einem ähnlichen Ergebnis zu gelangen.

Wichtig erscheint außerdem die Unterscheidung zwischen „benötigen“ und „beanspruchen“, da sie die Richtung der Forderung nach einem Impuls verdeutlicht. Wenn die Lernenden einen Impuls beanspruchen, dann geht die Notwendigkeit eines Impulses von ihnen aus, sie fordern ihn sozusagen ein, indem sie z. B. eine Frage stellen oder die Lehrperson um Unterstützung bitten. Beim Benötigen ist die Richtung zwar nicht so eindeutig, tendenziell wird die Notwendigkeit eines Impulses jedoch

eher von der Lehrperson gesehen. Auf der Grundlage ihrer Beobachtungen schätzt sie die Notwendigkeit des Eingreifens in den Lernprozess ab und entscheidet sich für oder gegen einen Impuls.

Die dritte Erkenntnis ist in Abb. 6.4 abgebildet und bezieht sich konkret auf mathematikspezifische Impulse. Demnach ist es besonders im Fach Mathematik eine Herausforderung, Impulse zu geben, ohne den Lernenden die Lösung vorzusagen.

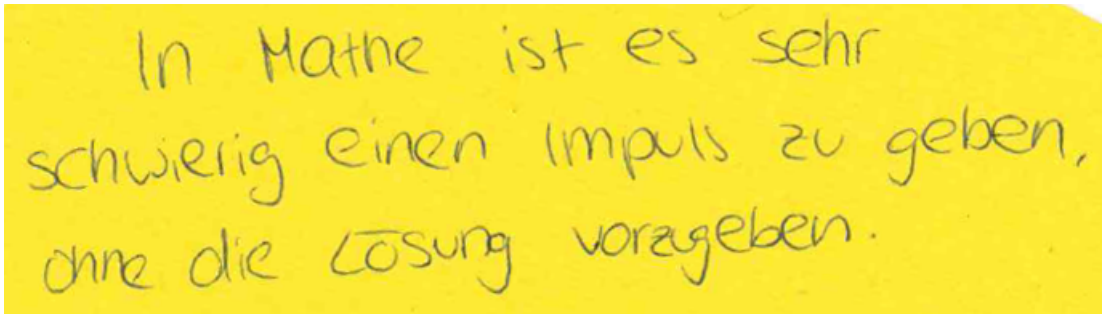


Abb. 6.4: Erkenntnis zu Schwierigkeiten bei Impulsen im Mathematikunterricht

Diese Erkenntnis bezieht sich auf die Intensität von Impulsen. In der Tat stellt dieses Qualitätskriterium einen hohen Anspruch dar und ist insbesondere in Verbindung mit der Erkenntnis aus Abb. 6.3 verständlich: Bei leistungsschwächeren Lernenden ist der Wissensbereich, an den mit einem Impuls angeknüpft werden kann, wesentlich geringer als bei leistungsstärkeren Lernenden (vgl. Abschnitt 4.2.1). Wenn das Ziel verfolgt wird, eine schnelle Unterstützung zu leisten, um anschließend auch anderen Lernenden Impulse zu geben, kann es schnell passieren, dass benötigte Teilschritte vorgegeben werden. Auch Erklärungen – insbesondere von Vorgehensweisen – bieten eine vergleichsweise schnelle Abhilfe und stehen dem eigenständigen Entdecken von Inhalten aus Gründen der zeitlichen Ressourcenschonung entgegen. Hierbei wird also eher das *Wie* erklärt und nicht das *Warum*. Damit ist die Verständnisorientierung des Impulses bzw. seine Nachhaltigkeit verringert (s. Abschnitt 3.3.7).

Der Vergleich zur Impulsgebung in anderen Fächern kann an dieser Stelle zwar nicht aufgemacht werden, dennoch ist diese Erkenntnis gut nachvollziehbar und wurde im Abschnitt zu den Besonderheiten mathematikspezifischer Impulse bereits angedeutet (s. Abschnitt 3.2.4).

In Abb. 6.5 werden die Auswirkungen der Konzentration auf die Impulsgebung beschrieben.

Zum einen hat die teilnehmende Person erkannt, dass das bewusste Setzen von Impulsen bei ihr zu einer Entschleunigung des Sprechens führt und dies hilfreich für die Zuhörenden sein kann. In der Kommentarspalte wird dazu angemerkt, dass der Grund dafür in der Zielorientierung vermutet wird. Wenn das Ziel gesetzt bzw. der

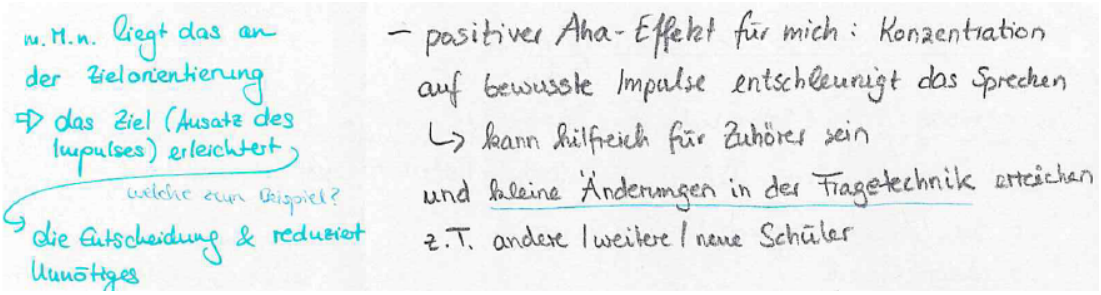


Abb. 6.5: Erkenntnis zu Veränderungen durch die Konzentration auf die Impulsgebung

Ansatz für einen Impuls gewählt worden ist, kann der Impuls demnach bewusster formuliert werden und Unnötiges wird reduziert.

Ein Grund für die Entschleunigung kann darüber hinaus in der erhöhten kognitiven Beanspruchung der Lehrperson liegen. Wenn sie zunächst die Gedankengänge der Lernenden nachvollzieht und darauf basierend sowohl ein Ziel als auch einen passenden Ansatz für einen Impuls bewusst auswählt, ist ihre kognitive Belastung erhöht. In Folge dessen ist es nur verständlich, dass die Lehrperson mehr Zeit benötigt und sich dadurch das Sprechen entschleunigt. Den Erfahrungen der Teilnehmenden zufolge scheint sich dies positiv für die Lernenden auszuwirken, indem die Impulse verständlicher und gezielter gegeben werden.

Der zweite Teil der Erkenntnis offenbart, dass schon kleine Änderungen in der Fragetechnik dazu führen können, dass andere, weitere oder neue Lernende erreicht werden. Diese Erkenntnis ist sehr spannend, da sie den Effekt einer bewussten Konzentration auf die Impulsgebung hervorhebt. Leider bleibt hier offen, welche Änderungen konkret vorgenommen worden sind. Dies scheint auch andere Teilnehmende zu interessieren, denn im Kommentar am Rand wird nachgefragt, welche Änderungen z. B. gemeint sind. Auch wenn die Aussage ohne weitere Erläuterungen also nicht voll und ganz nachvollzogen werden kann, ist es sehr erfreulich, dass die teilnehmende Person diese Erkenntnis geteilt hat. Sie lässt darauf schließen, dass die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung nicht nur für die Lehrperson Veränderungen mit sich bringt, sondern sie sich auch auf die Ebene der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler auswirkt. Inwiefern diese Ebene durch das Seminar beeinflusst werden kann, wird im nächsten Abschnitt näher beleuchtet.

Nachdem einzelne Erkenntnisse der Teilnehmenden detaillierter betrachtet wurden, stellt Tabelle Tab. 6.3 einen Überblick über weitere Erkenntnisse dar. Dabei wird nicht zwischen den Erkenntnissen aus der Erprobung im Referendariat und der im Begleitseminar unterschieden. Die Erkenntnisse werden nicht immer wörtlich aus den Lerntagebuch-Einträgen entnommen, da teilweise nur Stichpunkte formuliert

wurden. Zur besseren Übersicht werden die Erkenntnisse nach Themen sortiert. Insgesamt konnten die folgenden acht Themen identifiziert werden:

- Einsatz von Impulsen
- Wirkung von Impulsen bzw. von bestimmten Ansätzen
- Nutzen des Impulskatalogs
- Verbesserung der Impulsgebung
- Umgang mit dem Beobachtungsbogen
- Erfahrungen mit Schwierigkeiten
- Identifikation von Nebeneffekten
- Wesentliches für den Erfolg der Impulsgebung

Thema	**Erkenntnisse**
Einsatz von Impulsen	• In einer Stunde werden eigentlich non-stop Impulse gegeben. • Viele Impulsansätze werden unbewusst / intuitiv verwendet. • Einige Impulsbereiche (Untersuchen, Erkennen, Ergänzen, …) werden deutlich häufiger verwendet als andere (bspw. Urteilen). • Nicht alle Impulse haben in jeder Situation den gleichen Stellenwert.
Wirkung von Impulsen bzw. von bestimmten Ansätzen	• Der Erfolg eines Impulses hängt auch von der Motivation der Schüler ab. • Impulse werden je nach Individuum und Kontext unterschiedlich aufgenommen. • Kleine Änderungen in der Fragetechnik erreichen z. T. andere / weitere / neue SuS. • Schlussfolgerungen aus der Antwort eines Schülers zu ziehen führte oft zum Erkennen des Fehlers. • Insbesondere die Provokation („Das würde bedeuten, dass …“) führt bei vielen SuS zum Erkennen, was falsch ist. • Bei sehr schwachen SuS hilft es selten, eine Rückfrage zu stellen, sondern die Aufgabenstellung in weitere kleinere Teilschritte zu unterteilen. Diese können dann häufiger eigenständig bearbeitet werden. • Fortschritte bewusst zu machen motiviert insbesondere leistungsschwächere SuS und hilft allgemein, bei komplexen Aufgaben den Lösungsprozess zu strukturieren.
Nutzen des Impulskatalogs	• Im weiteren Verlauf war es besonders wertvoll, über den Impulskatalog weitere Impulse auszuwählen und diese bewusst verstärkt einzusetzen. Dadurch kann es letztlich gelingen, den Einsatz weiterer Impulse zu erschließen. • Der Impulskatalog gibt gute Anregungen für die Impulsgebung, er sensibilisiert für verschiedene Möglichkeiten. • Den Impulskatalog im Unterricht als „Hilfe“ zu benutzen war anfangs unpraktikabel. Besser war es, nur ein paar Impulsanregungen mit in den Unterricht zu nehmen.

Thema	Erkenntnisse
	• Immer wieder in den Impulskatalog zu schauen, hilft auch in Unterrichtssituationen, in denen die Impulse nicht mehr im Bewusstsein sind, gezieltere Impulse geben zu können und die Anregungen stärker variieren zu können.
Verbesserung der Impulsgebung	• Die angeleitete Erprobungsphase ist eine gute Möglichkeit, im Ausbildungsunterricht eine gezielte Selbstreflexion vorzunehmen. • Durch die Reflexion der eigenen Impulse wird einem bewusst, wie schnell und unbewusst diese häufig geschehen. Erfahrung hilft unbewusst, im Kontext sinnvolle Impulse zu geben. • Wertvoll ist die Sensibilisierung auf Impulse, die vorher nur unbewusst umgesetzt wurden. • Sowohl im Unterrichtsgespräch als auch im Einzelgespräch ist bemerkbar, dass oft spontan reagiert werden muss und manchmal die Erfahrung und das „Handwerkszeug“ fehlt, um optimal zu reagieren. Allein die bewusste Konzentration auf die Impulsgebung kann helfen, diese zu verbessern. • Der Fokus auf die Impulsgebung führt zu abwechslungsreicheren Impulsen bzw. dazu, dass man aus einem größeren „Werkzeugkasten“ schöpfen kann. • Es ist hilfreich, sich auf eine oder zwei Impulskategorien zu konzentrieren, als allgemein auf alle Impulse zu schauen. • Für eine Erweiterung des Handlungsrepertoires ist eine langfristige Übung und Reflexion notwendig.
Umgang mit dem Beobachtungsbogen	• Die Fremdbeobachtung kann unklare Formulierungen bei der Impulsgebung offenbaren. • Zum Beobachtungsbogen: Wörtliche Impulse in Erarbeitungsphasen konnten nicht wortwörtlich notiert werden. • Der Beobachtungsbogen ist sehr umfangreich und für Gespräche mit der beobachtenden Lehrperson zum Teil zu detailliert. Die eindeutige Zuordnung zu genau einem Impuls ist zum Teil schwierig. • Der Beobachtungsbogen war gut vorstrukturiert und dadurch praktikabel, als er beim Beobachten einer anderen Person ausgefüllt wurde. • Der Beobachtungsbogen hilft dabei, Impulse zu kategorisieren und zielgerichtet zu reflektieren. • Die Wirkung eines Impulses kann im Beobachtungsbogen zur Überprüfung der Sinnhaftigkeit herangezogen werden.
Erfahrungen mit Schwierigkeiten	• Nicht jeder Ansatz ist für alle SuS umsetzbar. Impulsgebung ist besonders bei leistungsschwächeren SuS schwierig. • Bei manchen SuS reicht ein Impuls nicht immer aus, dann muss man mit einem weiteren nachsteuern. • Es ist manchmal gar nicht so einfach, nicht zu viel vorweg zu nehmen. • Es ist unerwartet einfach, zu viel von der Lösung vorzusagen.

Thema	**Erkenntnisse**
	• Fachbegriffe können bei der Impulsgebung hinderlich sein. • Enttäuschend waren Situationen, in denen die Impulse nicht das erhoffte Ziel erbracht haben. Die Erkenntnis daraus ist, besonders im BdU (bedarfsdeckender Unterricht), verstärkt auf die Entwicklung der Fachsprache zu achten, damit die sprachlichen Impulse bei den SuS auch wirken können. • Impulse im Plenum sind im Zweifel nie passend. • Gefühlt versucht man, unterschiedliche Zugänge zu finden, um Sachverhalte zu erklären, allerdings kommt man immer wieder auf die gleichen Impulse zurück. • SuS weisen große Mängel in grundlegendem Wissen auf. Daher werden bei Impulsen geschickte Fragestellungen von der Lehrperson benötigt, um die SuS erst einmal darüber ins Grübeln zu bringen. • Zusätzliche Anforderungen (Störungen, …) erschweren den Prozess der Impulsgebung genauso wie die zeitliche Knappheit im Mathematikunterricht.
Identifikation von Nebeneffekten	• Durch die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung wird ein stärkerer Fokus auf die Begründungen der SuS gelegt. • Starke SuS greifen z. T. diese Denkweise auf, wenn sie miteinander reden oder Beiträge von Mitschüler*innen kommentieren. • Die SuS konnten der Lehrperson besser folgen, da die Impulse klarer waren. • Der Sprechanteil der Lehrperson reduziert sich durch deutliche Impulse.
Wesentliches für den Erfolg der Impulsgebung	• Es ist wichtig, sich das Ziel eines Impulses bewusst zu machen, um einen passenden Ansatz auswählen zu können. • Man sollte den Impuls auf die Bedürfnisse und das Leistungsniveau der SuS anpassen. • Um einen guten Impuls zu geben, muss man den Gedankengang der/des Schüler*in nachvollziehen, sonst können die SuS nicht daran anknüpfen. Impulse, mit denen die SuS nichts anfangen können, können frustrierend für die SuS und für die Lehrkraft sein. • SuS haben Schwierigkeiten mit dem Verständnis von Impulsansätzen, die sie vorher noch nicht kannten. • Die Art und Weise des Impulses ist sehr stark vom Alter der Lernenden abhängig. Während es in der 5. Klasse nicht reicht, die Aufgabenstellung akzentuiert zu wiederholen, zeigen die SuS in der Qualifikationsphase eine Reaktion, die das Arbeiten fortsetzen lässt. • Impulsgebungen sollten nicht zu lange dauern, damit auch anderen SuS Impulse gegeben werden können.

Tab. 6.3: Erkenntnisse der Teilnehmenden aus den Erprobungen im Referendariat und im Begleitseminar

Es ist zu beachten, dass es sich bei den Erkenntnissen in der Tabelle nicht um eine Zusammenfassung der mehrheitlichen Erfahrungen handelt. Die Tabelle wird lediglich dazu genutzt, weitere interessante Erkenntnisse in kurzer Form aufzuführen. Die Erkenntnisse aus der Tabelle werden nicht weiter kommentiert. Stattdessen fließen sie später in die Anregungen zur Impulsgebung mit ein (s. Abschnitt 3.5). Weiterhin sind die Erkenntnisse der Teilnehmenden nicht zu verwechseln mit Evaluationsergebnissen zum Erfolg des Seminars. Diese werden im nächsten Abschnitt vorgestellt.

6.3 Art und Weise der Evaluationen

Bei den Evaluationen muss unterschieden werden zwischen den Evaluationen durch die Teilnehmenden und den Evaluationen durch die Erprobenden im Sinne der Triangulation. Beide Evaluationen wurden in Form einer online-Befragung durchgeführt. Während die Evaluationen durch die Teilnehmenden am Ende der Erprobung stattfanden, evaluierten die Erprobenden den Einsatz der Materialien teilweise zeitverzögert. Die Evaluationen durch die Teilnehmenden sollen Aufschluss darüber geben, wie die Veranstaltung von den Teilnehmenden wahrgenommen wurde und ob das Erreichen der Lernziele realistisch ist. Der Erfolg der Seminarkonzeption steht hierbei also im Vordergrund. Mithilfe der Evaluationen durch die Erprobenden sollen einerseits die Einschätzungen zur Seminarkonzeption abgefragt werden. Weiterhin soll überprüft werden, ob neben der Autorin selbst auch Dritte die Materialien einsetzen und das konzipierte Seminar halten können. Den Fokus bildet also die Durchführbarkeit durch Dritte.

Die Impulsgebung im Unterricht gehört zu den kommunikativen Kompetenzen. Um den Erfolg von Aus- und Fortbildungen in diesem Bereich zu evaluieren, sollte die Evaluation in der kommunikativen Praxis, d. h. im Unterricht selbst, stattfinden. Das Mittel der Wahl stellen hierfür Beobachtungen und Dokumentationen der kommunikativen Praxis dar (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 42). Befragungen der Teilnehmenden oder der Schülerinnen und Schüler mithilfe von Fragebögen sind zwar einfach durchzuführen, können aber aufgrund von sozial erwünschten Antworten oder falschen Selbsteinschätzungen unzuverlässig sein (Becker-Mrotzek und Brünner 2004, S. 42).

Nichtsdestotrotz wird für die Evaluation des konzipierten Seminars auf Befragungen der Teilnehmenden sowie der durchführenden Personen aus den folgenden drei Gründen zurückgegriffen:

1. Der Aufwand von Untersuchungen in der Unterrichtspraxis steht im Rahmen dieser Arbeit in keinem Verhältnis zu ihrem Nutzen. Der Schwerpunkt der

vorliegenden Arbeit liegt auf der Theorieentwicklung und der Konzeption des Seminars, nicht auf der Erforschung seiner Wirksamkeit.

2. Die Erprobungen werden hauptsächlich mit Lehramtsstudierenden im Master, mit Lehramtsanwärterinnen und -Anwärtern im Referendariat und mit aktiven Lehrpersonen durchgeführt. Die Evaluationen stützen sich also auf Reflexionskompetenzen von Personen, die aufgrund ihrer intensiven Ausbildung und teils langjährigen Erfahrungen in der Schulpraxis als sehr hoch eingeschätzt werden können. Dementsprechend bilden die Ergebnisse der Evaluationen eine gute Basis, um einen Überblick über den Erfolg des Seminars zu erhalten.
3. Eine isolierte Beobachtung und Dokumentation der beobachteten Praxis erscheint aufgrund der vielen Einflussfaktoren auf die Impulsgebung nicht ausreichend, um über die Änderungen in der beruflichen Praxis und die Qualitätssteigerungen in den Kommunikationssituationen angemessen urteilen zu können. Eine Befragung der Teilnehmenden zu den Hintergründen ihrer Entscheidungen in den beobachteten Situationen sowie allgemein zur Umsetzung des im Seminar Gelernten in ihrer Unterrichtspraxis wäre notwendig. Dies ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch nicht umsetzbar. Es wird daher auf das Reflexionsvermögen und die Selbsteinschätzung der Befragten zurückgegriffen.

Um den Erfolg der Seminarkonzeption beurteilen zu können, wird das Vier-Ebenen-Modell von Kirkpatrick (1979) herangezogen. Es ist in Abb. 6.6 dargestellt.

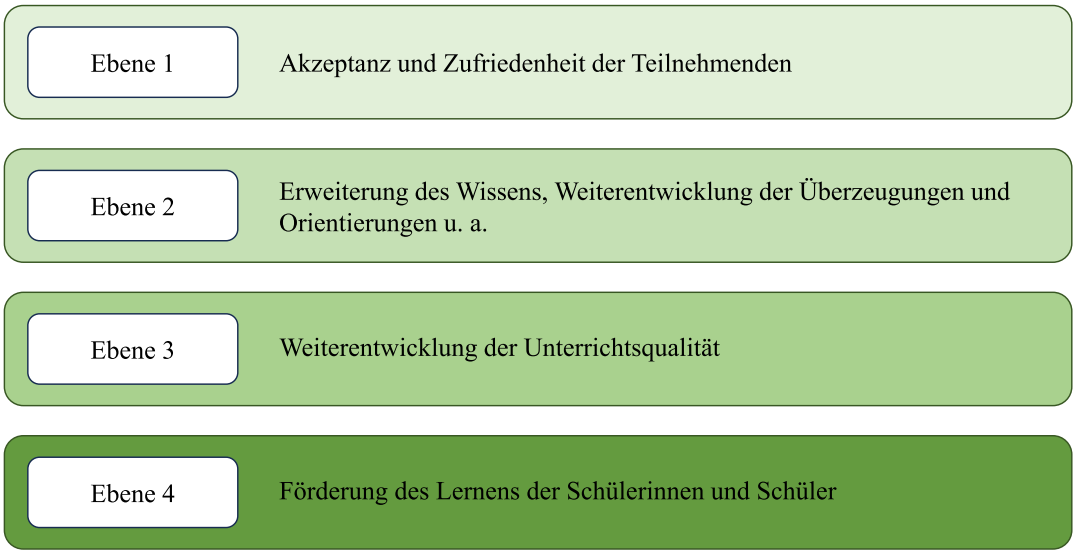


Abb. 6.6: Vier-Ebenen-Modell von Kirkpatrick (1979) zur Messung von Fortbildungserfolg (Abbildung in Anlehnung an Lipowsky und Rzejak 2019, S. 17)

Auf der ersten Ebene des Modells geht es um die unmittelbaren Reaktionen der Teilnehmenden im Anschluss an die Veranstaltung. Hier wird abgefragt, wie zufrieden

sie mit der Veranstaltung waren (Kirkpatrick 1979, S. 78). Darunter fallen z. B. Fragen nach der Erfüllung der Erwartungen, nach der Relevanz des Themas für die eigene Unterrichtspraxis oder nach dem Format der Veranstaltung. Wichtig dabei ist, dass ehrliche Reaktionen eingeholt werden, indem die Evaluation anonym durchgeführt wird, und dass Raum für weitere Kommentare gegeben wird (Kirkpatrick 1979, S. 78).

Die zweite Ebene befasst sich mit den Lernergebnissen der Veranstaltung. Dies meint z. B. die Erweiterung des Wissens sowie die Weiterentwicklung der Überzeugungen und Orientierungen sowie das Verständnis von Vorgehensweisen (Kirkpatrick 1979, S. 82). Grundsätzlich lässt sich die Impulsgebung als Teil der Lehrtätigkeit im Unterricht gut beobachten und damit könnten Veränderungen in den Vorgehensweisen festgestellt werden. Wie oben beschrieben, beruht die Evaluation des Seminars jedoch ausschließlich auf der Selbsteinschätzung der Teilnehmenden, Erhebungen im Sinne von Prä-Post-Tests werden nicht durchgeführt. Stattdessen werden die Teilnehmenden z. B. konkret gefragt, was sie in der Veranstaltung gelernt haben, oder sie können davon berichten, inwiefern eine Veränderung ihrer Einstellungen in Bezug auf die Impulsgebung stattgefunden hat.

Mit der dritten Ebene wird das Verhalten der Teilnehmenden in den Fokus gerückt. Wenn Teilnehmende wissen, wie sie handeln sollten, bedeutet dies noch nicht, dass sie auch so handeln (können) (Kirkpatrick 1979, S. 86). Eine Erhebung zu den Verhaltensweisen mithilfe von Prä-Post-Test sowie dem Einsatz von Experimental- und Kontrollgruppen würde sich hierfür anbieten. Wie bei der zweiten Ebene wird dieses Verfahren jedoch auch für die dritte Ebene nicht durchgeführt. Stattdessen sollen die Teilnehmenden auf der Grundlage ihrer Reflexionsfähigkeit abschätzen, inwiefern die Veranstaltung zu einer Veränderung ihres unterrichtlichen Handelns geführt hat. Diese Veränderungen sollen im Bestfall zu einer Verbesserung der Unterrichtsqualität beitragen. Da das professionelle Handeln von Lehrpersonen in der Regel sehr stabil ist (s. Abschnitt 5.1.11), ist für eine Änderung der Verhaltensweisen ausreichend Zeit einzuräumen. Bei einer Veranstaltung im One-Shot-Format können die Teilnehmenden außerdem nur Vermutungen anstellen, wie sich die Teilnahme an der Veranstaltung auf ihr zukünftiges Verhalten auswirkt. Hierzu können die Teilnehmenden z. B. gefragt werden, welche Denkanstöße, Ideen oder Vorgehensweisen sie aus der Veranstaltung mitnehmen oder was sie in ihrem zukünftigen Unterricht umsetzen möchten. Alternativ könnte eine Evaluation mit einem zeitlichen Abstand zur Veranstaltung erfolgen, sodass die Teilnehmenden die Möglichkeit erhalten, die Veränderungen in ihrer Unterrichtspraxis wahrzunehmen. Diese Vorgehensweise bringt jedoch das Risiko mit sich, dass der Rücklauf zu den Evaluationen aufgrund des zeitlichen Abstands geringer ausfällt. Daher wird die Evaluation zum konzipierten

Seminar am Ende der Veranstaltung durchgeführt. Auch wenn sich bei den Erprobungen nicht (immer) um One-Shot-Formate handelt, wird aus den oben bereits genannten Gründen dennoch von Prä-Post-Tests abgesehen.

Die vierte Ebene bezieht sich auf die gewünschten Ergebnisse der Fortbildung (Kirkpatrick 1979, S. 89). Im Falle der Lehrkräftefortbildungen beziehen sie sich in der Regel mindestens indirekt auf die Förderung des Lernens der Schülerinnen und Schüler. Die vierte Ebene kann als tiefgreifendste Ebene betrachtet werden, da sie darüber entscheidet, welche Auswirkungen der Veranstaltung bei den Lernenden im Unterricht ankommen. Die Erhebung ist jedoch mit einigen Herausforderungen verbunden, wenn die Ergebnisse von vielen Einflussfaktoren abhängig sind und nicht quantitativ erhoben werden können (Kirkpatrick 1979, S. 89). Dies ist bei Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler der Fall. Stattdessen können die Teilnehmenden z. B. gefragt werden, welche Auswirkungen sie durch die Veränderungen ihres eigenen Verhaltens bei den Lernenden wahrgenommen haben (bspw. eine höhere kognitive Aktivierung). Wie bei Ebene drei kann auch dies nur eingeschätzt werden, wenn die Teilnehmenden die Gelegenheit hatten, das Gelernte in der Praxis umzusetzen. Hier zeigt sich erneut die hohe Bedeutung einer Phase der eigenständigen Erprobung in der Unterrichtspraxis im Rahmen der Veranstaltung (s. Abschnitt 5.1.9). Über den Erfolg des konzipierten Seminars in Bezug auf die vierte Ebene kann kaum eine Aussage getroffen werden, denn das Verhalten, das Lernen oder die Motivation der Schülerinnen und Schüler wurden nicht erhoben. Weiterhin wurden die Teilnehmenden in der Evaluation nicht danach gefragt, ob sie Veränderungen in diesen Bereichen beobachten konnten. Da die Impulsgebung als Teil der Lehrenden-Lernenden-Interaktion zu den Merkmalen der Tiefenstruktur von Unterricht gehört, sind positive Effekte auf die Lernprozesse jedoch zu erwarten (s. Abschnitt 2.1). Darüber hinaus wurden exemplarische Ergebnisse aus den Erprobungen dokumentiert, die einen Einblick in die Erfahrungen der Teilnehmenden zu den Auswirkungen auf die Unterrichtsqualität und auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler ermöglichen (s. Abschnitt 6.2). Damit werden die Ebenen drei und vier zumindest teilweise umfasst.

Insgesamt ist also eine gute Grundlage gegeben, um anhand der Evaluationsergebnisse eine solide Einschätzung des Konzeptionserfolgs zu erhalten, auch wenn Einschränkungen aufgrund von möglicherweise verzerrten Selbstbeobachtungen oder Selbsteinschätzungen nicht ausgeschlossen werden können. Im Folgenden werden die Evaluationsbögen durch die Teilnehmenden und durch die Erprobenden näher vorgestellt.

6.3.1 Evaluation durch die Teilnehmenden

Bei den sechs durchgeführten Evaluationen durch die Teilnehmenden wurde jeweils ein sehr ähnlicher Befragungsbogen eingesetzt, es wurden lediglich kleine Veränderungen vorgenommen. So wurde beispielsweise bei der ersten Erprobung gefragt, ob der zeitliche Umfang der Veranstaltung angemessen war, wobei auf einer 4er Likert-Skala zwischen „trifft zu“ und „trifft nicht zu“ geantwortet werden konnte. Wenn die Teilnehmenden hierzu angaben, dass es (eher) nicht zutrifft, konnte daraus nicht geschlossen werden, ob die Veranstaltung zu lang oder zu kurz war. Daher wurde das Item dahingehend geändert, dass die Teilnehmenden angeben mussten, ob der zeitliche Umfang zu lang, zu kurz oder passend war.

Alle eingesetzten Evaluationsbögen sind in Anhang D abgebildet. Im Folgenden wird exemplarisch der Evaluationsbogen für das Begleitseminar zum Praxissemester vorgestellt (s. Anhang D.1.1), für das das in der Arbeit vorgestellte Seminar ursprünglich konzipiert wurde. Der Bogen ist identisch für die Befragung im Referendariat. Bei den anderen Befragungen ergeben sich wie oben beschrieben nur leichte Änderungen. Sie können in den jeweiligen Teilauswertungen nachvollzogen werden. Eine Ausnahme hiervon bilden die Evaluationen zur Triangulation. Für die Erprobungen durch Dritte wurden separate Befragungen durchgeführt, die im nachfolgenden Abschnitt vorgestellt werden.

Der Evaluationsbogen für die Teilnehmenden besteht aus 13 geschlossenen und vier offenen Items. Das erste geschlossene Item fragt ab, ob die Teilnehmenden insgesamt mit der Gestaltung des Seminars zufrieden sind. Sie können auf einer 4er Likert-Skala zwischen „sehr zufrieden“, „teilweise zufrieden“, „eher nicht zufrieden“ und „gar nicht zufrieden“ wählen. Bei elf der geschlossenen Items besteht die 4er Likert-Skala aus den Antwortmöglichkeiten „trifft zu“, „trifft teilweise zu“, „trifft eher nicht zu“ und „trifft nicht zu“. Ein weiteres geschlossenes Item zum Umfang wurde bereits oben beschrieben.

Bei den vier offenen Items konnten die Teilnehmenden jeweils ein Freitextfeld ausfüllen. Es wird abgefragt, was ihnen besonders gut gefallen hat, was sie gelernt haben, womit sie Schwierigkeiten hatten und welche Anregungen, Anmerkungen oder Ideen sie noch für zukünftige Veranstaltungen haben.

Inhaltlich sollen die Items Aufschluss geben über die Einschätzungen der Teilnehmenden im Hinblick auf

- die Gestaltung des Seminars insgesamt (Item 1)
- die Struktur und den Aufbau (Items 2-4)
- die methodisch-didaktische Aufbereitung (Items 5-6)
- die Relevanz des Themas für den Mathematikunterricht (Item 7)

- den Nutzen der bereitgestellten Materialien und Übungen (Items 8-9)
- das Erreichen der Lernziele des Seminars (Items 10-12, 14-15)
- die Stärken des Seminars (Item 14)
- die Verbesserungsmöglichkeiten (Items 16-17).

6.3.2 Evaluation durch die Erprobenden

Im Sinne der Triangulation wurden die konzipierten Materialien auch von Dritten eingesetzt, um zu überprüfen, ob die Durchführung unabhängig von der Seminarleitung gelingen kann. Konkret sollte sichergestellt werden, dass eine Mitwirkung an der Konzeption des Seminars keine Voraussetzung für seine Durchführung darstellt. Es sollte also nicht nur die Autorin selbst das Seminar halten können, sondern auch andere, die in der Lehrkräfteaus- und -fortbildung tätig sind. Grundsätzlich sind neben den Kenntnissen der Inhalte und Materialien keine besonderen Vorkenntnisse notwendig. Erfahrungen in der Lehrkräfteaus- und -fortbildung sind jedoch von Vorteil.

Bei den Evaluationen durch die Erprobenden muss unterschieden werden, in welchem Rahmen die Erprobung stattgefunden hat und was erprobt wurde. Im Sinne der Objektivität wurden die Evaluationen zu den Erprobungen nur von den Personen durchgeführt, die nicht an der Gestaltung der Materialien oder der Konzeption des Seminars beteiligt waren. Insgesamt wurden die folgenden drei Erprobungen von vier verschiedenen Personen evaluiert:

(1) Erprobung der Materialien zur Impulsgebung im Rahmen einer Fachseminar-Sitzung während des Referendariats (eine eingegangene Evaluation)
(2) Erprobung von Teilen des Seminars und weiteren Materialien bzw. Übungen im Anschluss an das Praxissemester (zwei eingegangene Evaluationen)
(3) Erprobung des Seminars im Begleitseminar zum Praxissemester (eine eingegangene Evaluation).

Bei den Erprobungen (1) und (2) handelt es sich um One-Shot-Formate. Dies waren einerseits eine Fachseminar-Sitzung während des Referendariats am ZfsL Neuss (1) und andererseits eine Veranstaltung im Anschluss an das Praxissemester an der Universität Hildesheim (2). Bei der Fachseminar-Sitzung (1) handelt es sich um die erste Erprobung durch eine dritte Person. Neben den bereitgestellten Materialien aus der eigenen Teilnahme am Schul-Hochschul-Fachtag hatte die Seminarleitung keine weiteren Erläuterungen zum Einsatz der Materialien wie Verlaufspläne o. Ä. zur Verfügung. Darüber hinaus befanden sich die Materialien am Anfang ihrer Entwicklung.

Bei der Veranstaltung im Anschluss an das Praxissemester (2) fanden im Vorfeld Absprachen zur Gestaltung der Sitzung statt. Daneben hatten die durchführenden Personen die Möglichkeit, Nachfragen zum Einsatz und zu den Materialien zu stellen.

Das Seminar wurde in seiner konzipierten Art (zwei Sitzungen mit einer zwischenzeitigen Phase der eigenständigen Erprobung) nur im Rahmen des Begleitseminars und von einer Person durchgeführt (3). Die Durchführung fand mit Praxissemesterstudierenden der RWTH Aachen im Sommersemester 2024 statt. Im Vorfeld zur Durchführung wurde ein Gespräch mit der Autorin der Materialien geführt, sodass der Einsatz der Materialien genauer besprochen werden konnte.

Aus diesem Grund unterscheidet sich der Evaluationsbogen, der der erprobenden Person der Fachseminar-Sitzung (1) ausgeteilt wurde, vom Evaluationsbogen, den die anderen durchführenden Personen ausgefüllt haben ((2) und (3)). Beide Evaluationsbögen können dem Anhang entnommen werden (s. Anhang D). Dabei ist zu beachten, dass in der Evaluation meist von einem Workshop anstelle eines Seminars gesprochen wird, da die Veranstaltung in der Erprobung (2) so betitelt wurde und es sich um die zahlenmäßig größte Evaluation handelt.

Grundsätzlich fragt die Evaluation zur Triangulation in den geschlossenen Antwortformaten die Zufriedenheit der Durchführenden in den Bereichen *Gestaltung des Seminars bzw. der Materialien*, *Einsetzbarkeit der Materialien* und *Vorbereitung auf die Durchführung* ab. Sie bezieht sich damit auf die erste Ebene nach Kirkpatrick (1979). Aus den offenen Antwortformaten sollen die Stärken und Schwächen sowie Verbesserungsmöglichkeiten hervorgehen. Für die genauere Beschreibung, was mit den einzelnen Items erhoben werden soll, wird zwischen den zwei Evaluationsbögen unterschieden.

Der Evaluationsbogen für die Erprobung (1) besteht aus sieben geschlossenen und drei offenen Items. Das erste geschlossene Item fragt ab, ob die Erprobenden insgesamt mit den Materialien zufrieden sind. Sie können auf einer 4er Likert-Skala zwischen „sehr zufrieden“, „teilweise zufrieden“, „eher nicht zufrieden“ und „gar nicht zufrieden“ wählen. Bei den anderen geschlossenen Items besteht die 4er Likert-Skala aus den Antwortmöglichkeiten „trifft zu“, „trifft teilweise zu“, „trifft eher nicht zu“ und „trifft nicht zu“. Bei den drei offenen Items kann jeweils ein Freitextfeld ausgefüllt werden. Es wird abgefragt, was an der Konzeption der Materialien besonders gut gefallen hat, wo Schwierigkeiten aufgetreten sind und welche Anmerkungen, Ideen oder weitere Erfahrungen geteilt werden möchten.

Für die Erprobung (1) sollen die Items Aufschluss geben über die Einschätzungen der Erprobenden im Hinblick auf

- die Materialgestaltung insgesamt (Item 1)

- die Einsetzbarkeit der Materialien (Items 2-5)
- die Voraussetzungen zur eigenständigen Durchführung (Items 6-7)
- die Stärken der Materialien (Item 8)
- die Schwierigkeiten in Bezug auf die Materialien (Item 9)
- die Verbesserungsmöglichkeiten (Item 10).

Der Evaluationsbogen für die Erprobungen (2) und (3) besteht aus neun geschlossenen und vier offenen Items. Die ersten beiden geschlossenen Items fragen ab, wie zufrieden die Erprobenden mit der Konzeption des Workshops und der Aufbereitung der Materialien sind. Sie können auf einer 4er Likert-Skala zwischen „sehr zufrieden", „teilweise zufrieden", „eher nicht zufrieden" und „gar nicht zufrieden" wählen. Bei den anderen geschlossenen Items besteht die 4er Likert-Skala aus den Antwortmöglichkeiten „trifft zu", „trifft teilweise zu", „trifft eher nicht zu" und „trifft nicht zu". Bei den vier offenen Items kann jeweils ein Freitextfeld ausgefüllt werden. Es wird abgefragt, was an der Konzeption des Workshops besonders gut gefallen hat, was für die Durchführung des Workshops noch wünschenswert gewesen wäre, wo Schwierigkeiten aufgetreten sind und welche Anregungen, Anmerkungen oder Ideen sie noch für zukünftige Veranstaltungen haben.

Für die Erprobungen (2) und (3) sollen die Items Aufschluss geben über die Einschätzungen der Erprobenden im Hinblick auf

- die Konzeption des Seminars insgesamt (Item 1)
- die Einsetzbarkeit der Materialien (Items 2, 4)
- die Struktur des Seminars (Item 3)
- die methodisch-didaktische Aufbereitung (Items 5-6)
- die Voraussetzungen zur eigenständigen Durchführung (Items 7-9)
- die Stärken des Seminars oder der Konzeption (Item 10)
- die Schwierigkeiten bei der Durchführung (Item 11-12)
- die Verbesserungsmöglichkeiten (Item 13).

6.4 Evaluationsergebnisse und Reflexion der Erprobungen

In diesem Abschnitt werden für die sechs evaluierten Erprobungen jeweils zunächst die Evaluationsergebnisse zusammengefasst und anschließend die Erprobung reflektiert. Die gesamten Evaluationsergebnisse können dem Anhang entnommen werden (s. Anhang D). Bei den eigenen Erprobungen dienen die eigenen Erfahrungen als Reflexionsgrundlage. Bei den Erprobungen durch Dritte werden die Ergebnisse aus

den Evaluationen durch die Erprobenden beschrieben und für die Reflexion herangezogen.

Bei den Evaluationen zu den Erprobungen Nr. 8 und Nr. 12 ist zu beachten, dass sich die Evaluation auf die zusammengehörigen Teilerprobungen mit der zwischenzeitigen Erprobungsphase beziehen. Dies bedeutet z. B. für die Evaluation zur Erprobung Nr. 8, dass sie die Erprobung Nr. 6 sowie die zwischenzeitige Erprobungsphase einschließt.

Für den Fall, dass die Angaben der Teilnehmenden in den Freitextfeldern Tipp- oder Rechtschreibfehler enthielten, werden diese hier korrigiert wiedergegeben.

6.4.1 Im Studium

Es wurden zwei Erprobungen während des Studiums durchgeführt. Die eine Erprobung fand im Begleitseminar zum Praxissemester statt, wofür das Seminar auch ursprünglich konzipiert wurde. Die andere Erprobung fand im Anschluss an das Praxissemester statt. Im Folgenden werden die Ergebnisse beider Erprobungen dargelegt.

6.4.1.1 Im Begleitseminar zum Praxissemester

Das in dieser Arbeit vorgestellte Seminar wurde für das Begleitseminar zum Praxissemester konzipiert. Insgesamt wurden fünf (Teil-)Erprobungen durchgeführt, von denen lediglich Erprobung Nr. 12 evaluiert wurde. Sie umfasst jedoch auch die Erprobung Nr. 11 sowie die zwischenzeitige Erprobungsphase (s. o.). Trotz der rund 30 Teilnehmenden sind die Rücklaufzahlen mit vier Evaluationen sehr gering. Außerdem haben die Teilnehmenden keine Antworten zu den Freitext-Items gegeben, sodass die Auswertung der Evaluation an dieser Stelle nur eingeschränkt vorgenommen werden kann. Die Ergebnisse der geschlossenen Abfrage sind in Abb. 6.7 dargestellt.

Insgesamt fällt die Evaluation sehr positiv aus. Lediglich beim letzten Item gab eine Person an, dass sie durch das Seminar eher keine Anregungen erhalten habe, wie sie ihre Fähigkeiten in der Impulsgebung ausbauen kann. Da keine Kritikpunkte oder sonstige Anregungen aufgeführt wurden, können hieraus keine Verbesserungsmöglichkeiten abgeleitet werden. In allen anderen Fällen trafen die Aussagen auf die Teilnehmen mindestens teilweise zu.

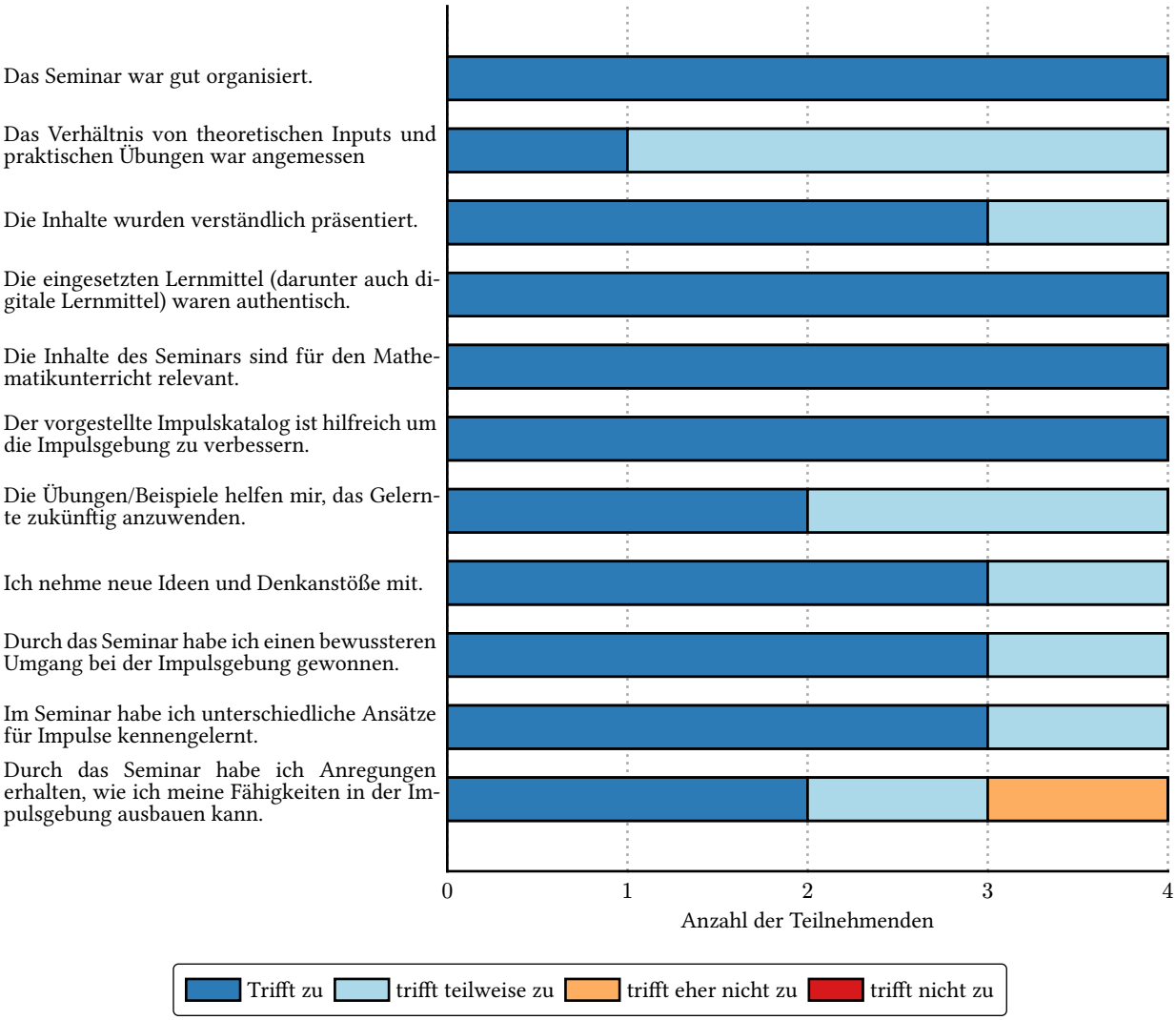


Abb. 6.7: Evaluationsergebnisse zur Erprobung im Referendariat

6.4.1.2 Im Anschluss an das Praxissemester

Die Erprobung im Anschluss an das Praxissemester stellt die von der Teilnehmendenzahl her umfangreichste Erprobung dar. Sie setzt sich aus einer eigenen und drei Erprobungen durch Dritte zusammen. Die Erprobung hat nicht im Rahmen des Praxissemesters an der RWTH Aachen stattgefunden, sondern stellte die Abschlussveranstaltung zum Praxissemester an der Universität Hildesheim dar. Die Rahmenbedingungen für die Erprobung befinden sich zusammen mit einem Verlaufsplan in Abschnitt 5.3.1. Auch wenn die Evaluation dank der hohen Rücklaufzahlen sehr aussagekräftig erscheint, muss einschränkend angemerkt werden, dass die Gestaltung der Sitzungen deutlich von der ursprünglichen Seminarkonzeption abweicht. Nichtsdestotrotz sind die Rückmeldungen hilfreich, um die alternativen Einsatzmöglichkeiten der entwickelten Materialien zu beurteilen.

In Abb. 6.8 und Abb. 6.9 sind die Evaluationsergebnisse für die geschlossenen Items der eigenen und der fremden Erprobung dargestellt. Dabei werden die Ergebnisse der fremden Erprobungen durch die drei Erprobenden in einem Diagramm zusammengefasst. Die Ergebnisse der eigenen und der fremden Erprobungen werden getrennt voneinander dargestellt, um im Sinne der Triangulation herauszufinden, ob das Seminar auch von Personen übernommen werden kann, die es nicht selbst entwickelt haben.

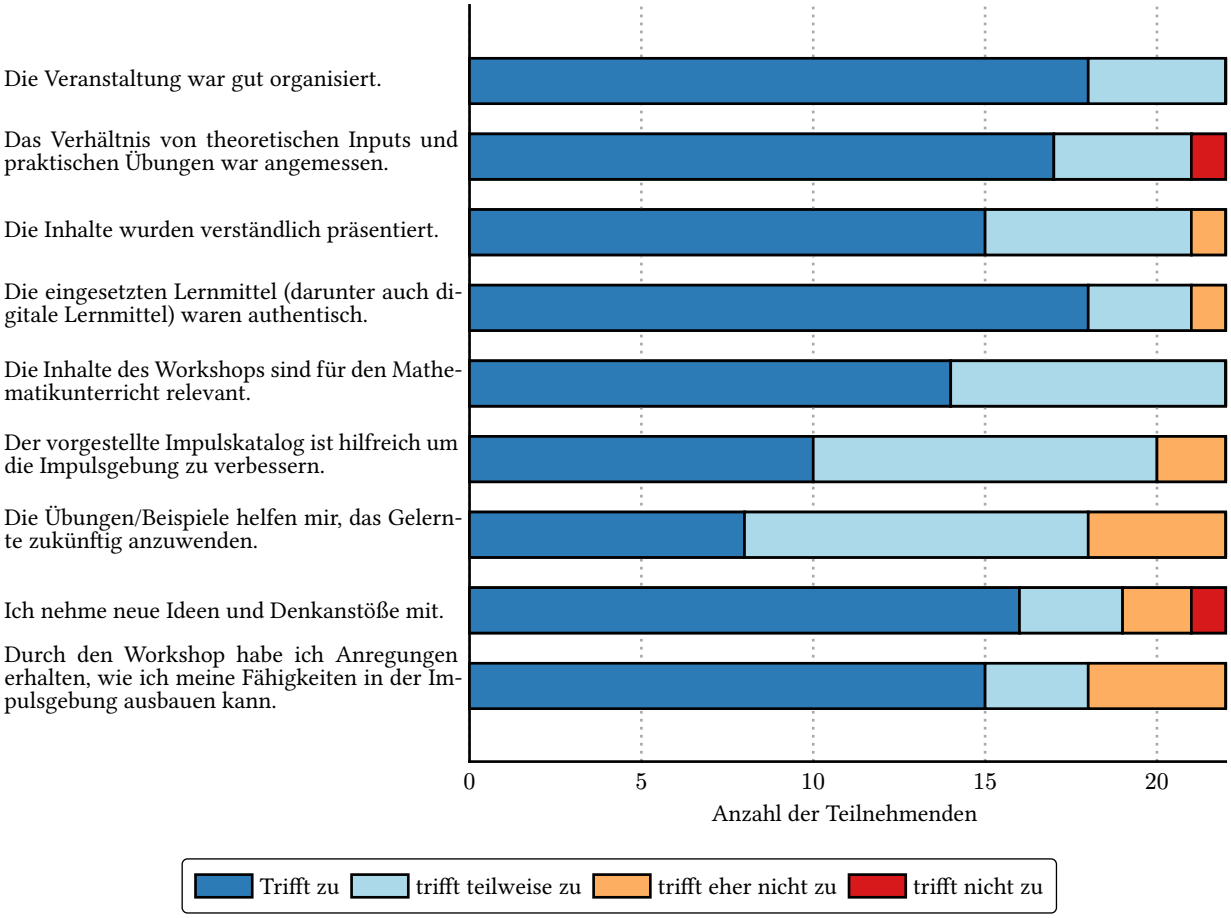


Abb. 6.8: Evaluationsergebnisse zur eigenen Erprobung im Anschluss an das Praxissemester

Insgesamt sind die Evaluationen sehr positiv, die Struktur und die Gestaltung des Seminars werden in beiden Fällen als gut bewertet. Auffallend ist, dass sowohl bei der eigenen als auch bei der fremden Erprobung der Aussage eher weniger zugestimmt wird, dass die Übungen und Beispiele helfen, das Gelernte zukünftig anzuwenden. Im Seminar wurde ein Rollenspiel durchgeführt, das für die ursprüngliche Seminarkonzeption nicht vorgesehen und zuvor nicht erprobt wurde. Das Evaluationsergebnis geht vermutlich darauf zurück, dass das Rollenspiel verhältnismäßig viel Zeit in Anspruch genommen hat und begleitende Aufgaben wie das Erstellen eines Transkripts zu umfangreich waren.

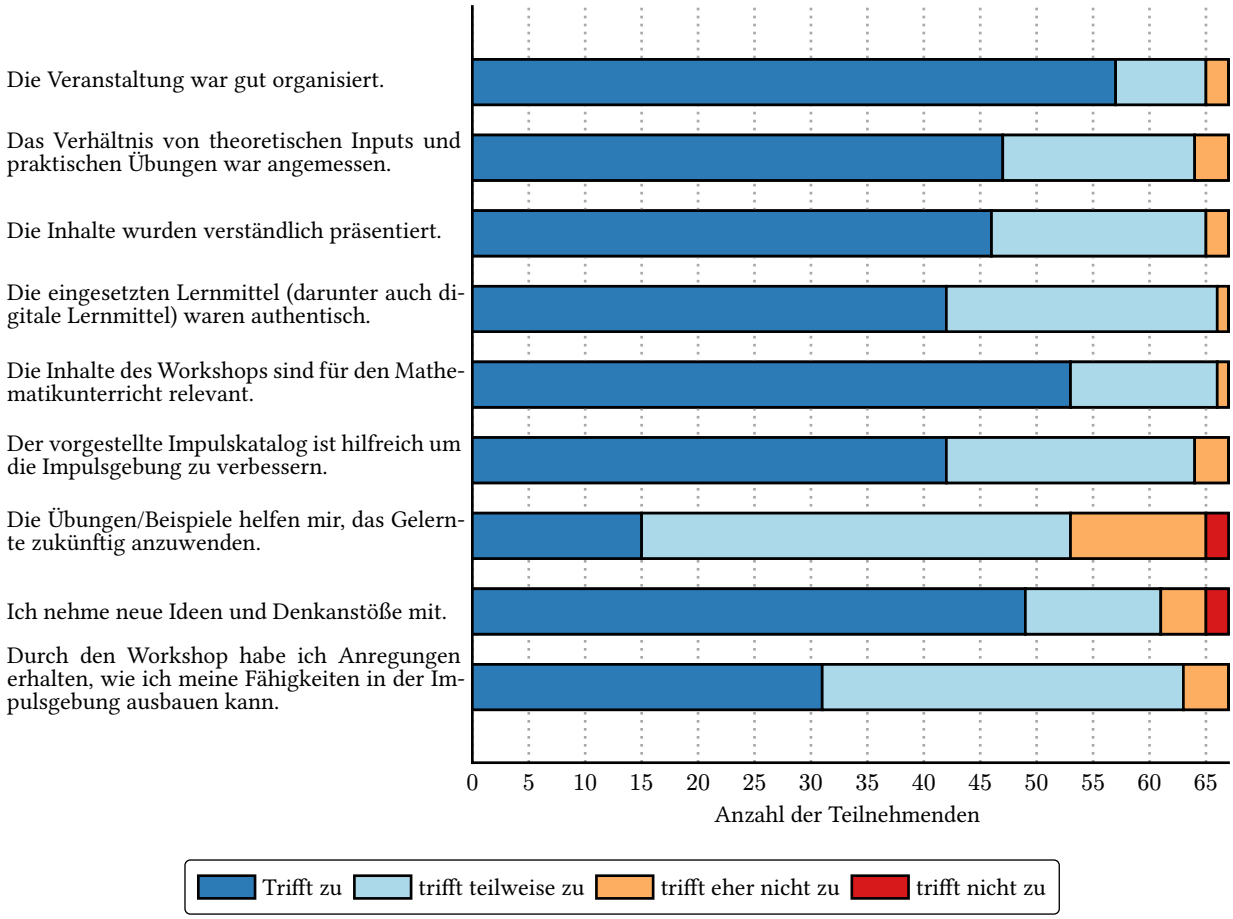


Abb. 6.9: Evaluationsergebnisse zur Erprobung durch Dritte im Anschluss an das Praxissemester

Dies bestätigen auch die Eingaben aus den Freitextfeldern, von denen ausgewählte in Tab. 6.4 aufgeführt werden. Hier wird u. a. genannt, dass das Format des Rollenspiels unter Druck setzt, das Einfinden in die Situation Schwierigkeiten bereitet und die Vorbereitungszeit zu gering war.

Ausgewählte Rückmeldungen („Damit hatte ich Schwierigkeiten“):	
Eigene Erprobung	Fremde Erprobung
• Sich in die Denkweise von SuS hineinzuversetzen. • Sofort die Impulse richtig und zielführend einzusetzen.	• Das realistische Einfinden in eine Schulsituation im Rahmen des Rollenspiels. • Schnelle Reaktion auf SuS Antworten (spontan einen passenden Impuls finden ist schwierig)

Ausgewählte Rückmeldungen („Damit hatte ich Schwierigkeiten“):
• Rollenspiele sind prinzipiell unangenehm und setzten einen unter Druck. • Flexible Reaktion während des Rollenspiels

Tab. 6.4: Ausgewählte Rückmeldungen zum Feld *Damit hatte ich Schwierigkeiten*

Im Freitextfeld, das für Anregungen für zukünftige Veranstaltungen vorgesehen ist, gibt es hierzu den folgenden Vorschlag:

> Für das nächste Mal würde ich das Ganze etwas anders aufbauen: Vielleicht eine Art Think-Pair-Share. Ein Rollenspiel anstatt zwei, um den Studenten mehr Zeit zu geben. Think: Jeder liest in Ruhe seine Rolle und hat genug Zeit sich damit auseinanderzusetzen. Beobachtung würde ich weglassen oder nur einer, als stiller Beobachter. Ein wörtliches Transkript ist ja nicht so relevant. Jeder kann am Ende selbst seine Rolle und die Rolle anderer reflektieren. Nicht jede Gruppe dieselbe Aufgabe, sondern jeder eine andere, um es in der Sharephase im Plenum vorzustellen.
>
> — Rückmeldung einer Teilnehmerin oder eines Teilnehmers

Die Problematik des Umfangs wurde bereits während des Seminars erkannt und darauf reagiert (s. Abschnitt 5.3.1). Es waren zwei Rollenspiel-Durchläufe geplant, damit sich alle mindestens ein Mal in die Rolle der Lehrperson oder der Lernenden hineinversetzen mussten und auch einen Vergleich zwischen zwei Rollen ziehen konnten. Für einen nächsten Durchgang könnte insgesamt die Organisation des Rollenspiels noch verbessert werden. Die oben vorgeschlagene Variante wäre eine Möglichkeit. Die Vorbereitungszeit wurde jedoch bewusst gering gehalten, damit die Teilnehmenden möglichst spontan reagieren müssen und somit ähnliche Bedingungen haben wie in einer Unterrichtssituation. Allerdings muss eingeräumt werden, dass das Einfinden in die Situation schwieriger ist als in der Unterrichtspraxis, da die Teilnehmenden die Aufgaben im Vorfeld nicht kennen und keine konkreten Lernenden vor Augen haben. Doch dieser Umstand scheint in einem Rollenspiel nur bedingt beeinflussbar, wenn die Ansprüche der Impulsgebung mit der Notwendigkeit zur Spontanität nachvollzogen werden sollen. Es ist jedoch zu überlegen, das Transkribieren der Rollenspiele wegzulassen, da dies sehr viel Zeit in Anspruch nimmt. Damit wird allerdings auch die Möglichkeit eingeschränkt, über besonders gelungene oder herausfordernde Stellen zu diskutieren.

Auf der anderen Seite wurden von einigen Teilnehmenden die eben genannten Punkte als besonders gut erachtet. So stellen manche Teilnehmende es als positiv heraus, dass Schwierigkeiten und eigene Grenzen durch die Rollenspiele erkannt werden konnten. Ausgewählte Rückmeldungen zum Item *Das hat mir besonders gut gefallen* werden in Tab. 6.5 aufgelistet.

Ausgewählte Rückmeldungen („Das hat mir besonders gut gefallen“):	
Eigene Erprobung	Fremde Erprobung
• Das Rollenspiel und der Katalog • Wir konnten praktisch aktiv werden, auch wenn man sich teilweise sehr konzentrieren musste, um sich in seine Rolle einzufinden. • Dass man mit verschiedenen Medien gearbeitet hat und auch in verschiedenen Sozialformen. Ich fand es auch gut, dass es nicht zu sehr theoretisch war, also dass die Studierenden mit in dem Workshop eingebaut waren.	• Impulskatalog • Praktische Anwendung und anschließende Reflexion dessen • Die Wahl des Themas allgemein • Ich fand die Rollenspiele sehr gut zum Vertiefen der Impulsgebungen. Dadurch konnten Schwierigkeiten und eigene Grenzen gut erkannt werden. • Impulsgebung war bisher noch kein Thema im Studium, es war mal etwas Neues

Tab. 6.5: Ausgewählte Rückmeldungen zum Feld *Das hat mir besonders gut gefallen*

In beiden Erprobungsszenarien wird der Impulskatalog positiv hervorgehoben. Auch die methodisch-didaktische Gestaltung mit Betonung der praktischen Übungsphasen wird in den Rückmeldungen gelobt. Außerdem geht hervor, dass die Teilnehmenden die Wahl des Themas schätzen.

In Bezug auf die Lernergebnisse erwähnen die Teilnehmenden vielfältige Bereiche. Ausgewählte Rückmeldungen hierzu finden sich in Tab. 6.6.

Ausgewählte Rückmeldungen („Das habe ich durch den Workshop gelernt“):	
Eigene Erprobung	Fremde Erprobung
• Spontanität ist eine wichtige Eigenschaft von Lehrkräften • Sich mehr mit der Sicht der SuS zu befassen • Auswahl an möglichen Impulsen	• Die große Bandbreite an möglichen Impulsen • Wie wichtig Impulse sind, da sie ein wesentlicher Bestandteil des Unterrichts sind

Ausgewählte Rückmeldungen („Das habe ich durch den Workshop gelernt“):	
• Ein Impuls sollte sehr passend sein, aber es gibt dennoch mehrere Wege zum Ziel	• Mehr auf die Lernvoraussetzungen bzw. den Lernstand bei der Impulsgebung zu achten

Tab. 6.6: Ausgewählte Rückmeldungen zum Feld *Das habe ich durch den Workshop gelernt*

Zum einen haben die Teilnehmenden eine Vielzahl an Impulsansätzen kennengelernt und beziehen sich dabei auf den Impulskatalog. Darüber hinaus ist ihnen die Relevanz von Impulsen für den Unterricht bewusst geworden. Weiterhin nehmen sie Bezug auf die Qualitätskriterien von Impulsen, wie z. B. auf die Passung. Außerdem schildern sie, was bei der Impulsgebung zu beachten ist und nennen hierbei u. a. das Erfassen des Lernstandes und das Hineinversetzen in die Sicht der Lernenden. Zuletzt gehen sie auch auf die Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung ein, indem sie notwendige Eigenschaften einer Lehrperson wie Spontanität aufführen. Insgesamt lässt sich sagen, dass diese Auswahl an Lernergebnissen grob die Inhalte des theoretischen Rahmens sowie die Lernziele des Seminars abdeckt. In Verbindung mit dem Vortrag (s. Abschnitt 5.3.1), scheint diese Einsatzmöglichkeit also eine sehr gewinnbringende Alternative zum konzipierten Seminar zu sein.

Allerdings wird im letzten Freitextfeld angegeben, dass die Beispiele besser auf die jeweilige Schulstufe angepasst werden sollten, wobei konkret der Impulskatalog genannt wird. Diese und weitere ausgewählte Rückmeldungen sind in Tab. 6.7 aufgeführt.

Ausgewählte Rückmeldungen („Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen“):	
Eigene Erprobung	Fremde Erprobung
• Gerne so eine Veranstaltung vor der Praxisphase, um direkt Übungsmöglichkeiten zu bekommen. • Rollenspiele anders gestalten • Zu lange Zeitangaben bei den Aufgaben	• Ich hätte es gut gefunden, wenn dieser Workshop vor der Praxisphase gewesen wäre, um die neuen Ideen und Impulse für die Praxis direkt zu nutzen und ausprobieren zu können. • Beispiele besser auf die jeweilige Schulstufe anpassen, gerade im Impulskatalog fiel der Transfer zu einer ersten Klasse nicht leicht

Tab. 6.7: Ausgewählte Rückmeldungen zum Feld *Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen*

Die Rückmeldung zur Anpassung der Beispiele an die jeweilige Schulstufe kam ausschließlich in den fremden Erprobungen vor. Bei diesen studierten die Teilnehmenden überwiegend auf Grundschullehramt. Die Rückmeldung macht also deutlich, dass die Impulsansätze nicht ohne Weiteres auf die Grundschule übertragen werden können und hier ein Anpassungsbedarf besteht.

In einer weiteren Rückmeldung wird geschrieben, dass die Zeitangaben bei den Aufgaben zu lang waren. Hier ist jedoch nicht klar, was gemeint ist. Vermutlich sollte ausgedrückt werden, dass für die Bearbeitung der Aufgaben zu viel Zeit zur Verfügung steht. Diese Rückmeldung kam ausschließlich in der eigenen Erprobung vor, war hierbei die einzige dieser Art und deckt sich nicht mit dem Eindruck aus der Erprobung. Aus diesen Gründen wird keine diesbezügliche Anpassung der Seminarkonzeption oder der Materialien vorgenommen.

Weiterhin melden einige Teilnehmende zurück, dass der Zeitpunkt für die Veranstaltung nicht gut gewählt war. Demnach hätte die Veranstaltung besser vor dem Praxissemester stattfinden sollen, um das neu Gelernte direkt in der Praxis ausprobieren zu können. Diese Rückmeldungen kamen sowohl zur eigenen als auch zu den fremden Erprobungen. Sie bestätigen die Überlegung aus der Seminarkonzeption, die die Einbindung in die Praxisphase vorsieht. Alternativ kann die Einbindung in die Praxis auch im Referendariat stattfinden. Die Ergebnisse der Erprobung hierzu werden im Folgenden Abschnitt vorgestellt.

6.4.2 Im Referendariat

Die Erprobung im Referendariat stellt neben der Erprobung im Begleitseminar zum Praxissemester diejenige dar, die am nächsten an das konzipierte Seminar herankommt. Dies liegt zum einen daran, dass die Erprobung recht spät erfolgte und somit die aktuellste Version des konzipierten Seminars genutzt werden konnte. Zum anderen wurde die Erprobung durch die Autorin selbst durchgeführt, sodass die konzeptuellen Hintergründe bekannt waren und keine Veränderungen vorgenommen wurden. Bei der fremden Erprobung im Begleitseminar kann hingegen nicht ausgeschlossen werden, dass Anpassungen stattgefunden haben. Die Evaluationsergebnisse für die Erprobung im Referendariat stellen damit eine sehr wichtige Grundlage für die Evaluation des konzipierten Seminars dar. Einschränkend ist jedoch zu beachten, dass für die Teilnehmenden das Referendariat eine andere Ausgangslage darstellt als das Praxissemester. So ist beispielsweise zu vermuten, dass sich die Erprobungsphase im Referendariat leichter umsetzen lässt, da mehr selbstständig unterrichtet werden kann und die Teilnehmenden bereits über mehr Unterrichtserfahrung verfügen.

In Abb. 6.10 sind die Evaluationsergebnisse zu den geschlossenen Items dargestellt.

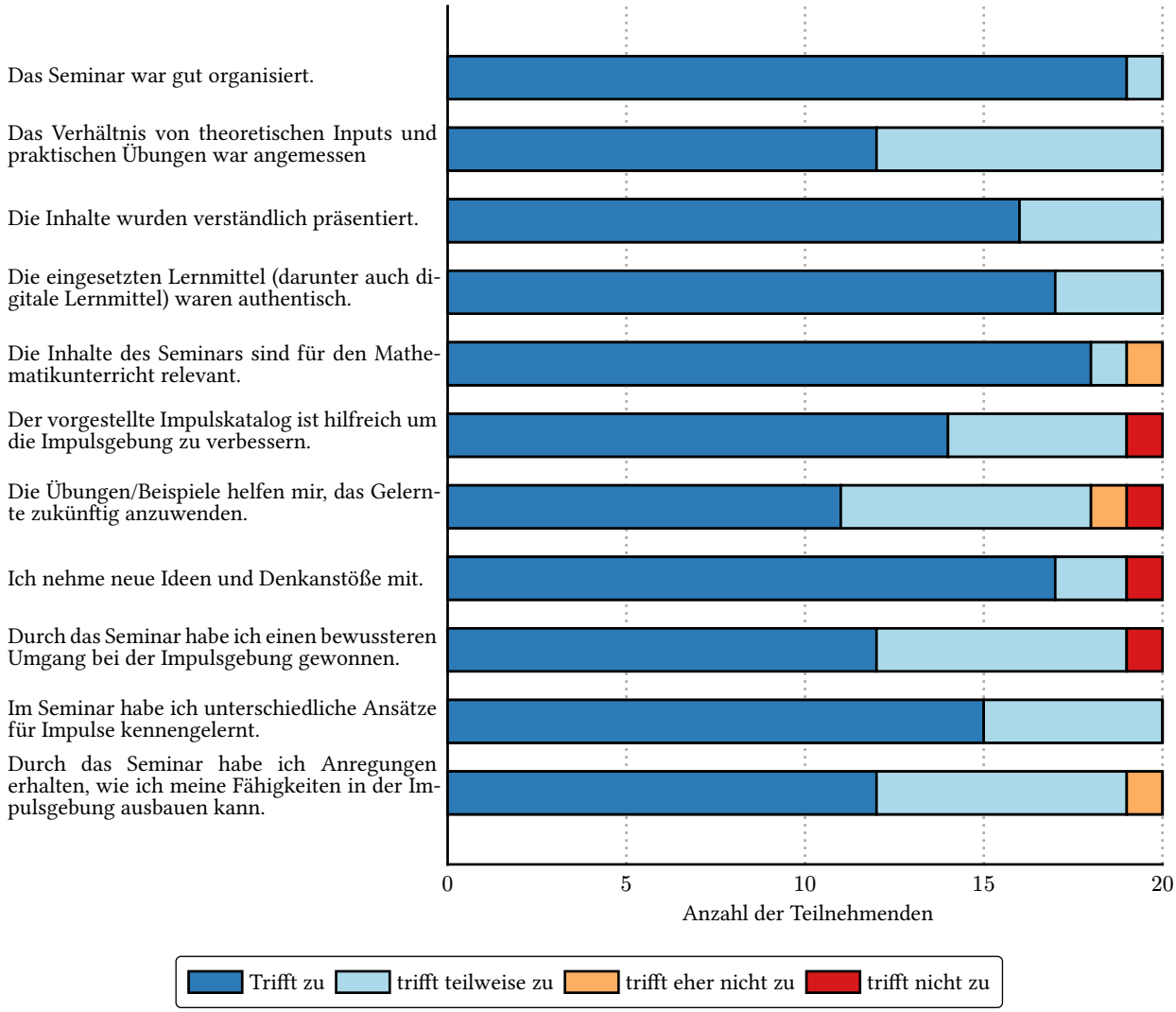


Abb. 6.10: Evaluationsergebnisse zur Erprobung im Referendariat

Es lässt sich erkennen, dass das Seminar durchweg positiv bewertet wurde. Bei allen Items haben stets über 50% der Teilnehmenden angegeben, dass die Aussage zutrifft. Insbesondere die Organisation des Seminars und die Relevanz des Themas wurden sehr gut bewertet. Bezogen auf den Nutzen durch die im Seminar durchgeführten Übungen und die damit einhergehende Verbesserung der Impulsgebung gibt es nur sehr vereinzelt die Rückmeldung, dass die Aussagen nicht oder eher nicht zutreffen. Insgesamt sind die Ergebnisse daher sehr zufriedenstellend.

Im Bereich der Freitextantworten sind bei der Erprobung im Referendariat viele Rückmeldungen eingegangen, die nützliche Hinweise für die Verbesserung des Seminars liefern. Nachfolgend werden ausgewählte Aspekte aus der Kategorie „Damit hatte ich Schwierigkeiten“ aufgeführt:

Ausgewählte Rückmeldungen („Damit hatte ich Schwierigkeiten“)

- Impulse bewusst bei mir selbst zu beobachten, weil ich das meiste unbewusst ohnehin nutze.
- Die Fülle an verschiedenen Impulsen war anfangs erschlagend…
- Die Inhalte aus dem 1. Seminartermin langfristig abzuspeichern.
- Reflexion durch AU-Lehrer (häufig sehr undifferenziertes Feedback)
- Impulsgebung ist mMn[8] als Thema zu allgemein und generell zu abstrakt, als dass man in einem Seminar etwas darüber lernen könnte. Impulse lernt man aus meiner Erfahrung durch Beobachtung und Interaktion. Die Interaktion ist mit jedem Individuum anders. Was bringt mir ein Impulskatalog, wenn ich die Wirkung nicht einschätzen kann?

Die Teilnehmenden nennen hier u. a., dass die Impulse meist intuitiv und unbewusst gegeben werden und daher eine Eigenbeobachtung schwer fällt. Diese Rückmeldung kann auf zwei Entscheidungen für die Gestaltung des Seminars bezogen werden. Zum einen gehört es zu den Zielen des Seminars, ein Bewusstsein für das Setzen von Impulsen zu entwickeln und die Impulsgebung damit zu einem bewussten, reflektierten Handeln werden zu lassen. Es ist also nicht verwunderlich, wenn die Eigenbeobachtung für die Teilnehmenden zunächst herausfordernd ist. Zum anderen ist dadurch die Fremdbeobachtung in der Erprobungsphase sehr wichtig, damit das Unbewusste aufgedeckt werden kann.

In Bezug auf die Fremdbeobachtungen wurde jedoch auch angemerkt, dass die Reflexion mit den Ausbildungslehrpersonen, die die Stunde beobachtet haben, aufgrund von undifferenziertem Feedback nicht sehr ergiebig war. Diese Problematik wurde zuvor nicht gesehen, kann aber tatsächlich als Lücke in der Seminarkonzeption identifiziert werden: Wenn die beobachtende Person die theoretischen Hintergründe zur Impulsgebung nicht kennt, kann sie kaum wissen, worauf sie achten soll. Darüber hinaus wird sie keine Ansätze identifizieren können, wenn sie keinen Einblick in den Impulskatalog hat. Im besten Fall wird die Fremdbeobachtung durch eine Person vorgenommen, die ebenfalls das Seminar besucht. Da die Teilnehmenden aber an unterschiedlichen Schulen tätig sind, ist eine Umsetzung schwierig. Daher ist in jedem Fall eine kurze Vorbesprechung mit der beobachtenden Person notwendig, um ihr zumindest einen knappen Einblick in die Hintergründe der Beobachtung geben zu können.

[8] meiner Meinung nach

Einen weiteren Kritikpunkt stellt der Umfang des Impulskatalogs dar, da er zunächst erschlagend wirkt. In Abschnitt 5.2.4.1 wird geschildert, dass diese Schwierigkeit bereits antizipiert wurde und dennoch Gründe für das Austeilen des vollständigen Katalogs sprechen. Eine gekürzte Version des Katalogs kann den Materialien (Anhang C.1.5) entnommen werden. Aufgrund der Rückmeldungen ist zu überlegen, den vollständigen Katalog erst am Ende der zweiten Sitzung auszuteilen, damit die Teilnehmenden zu Beginn nicht überfordert werden und ihnen dennoch für die langfristige Arbeit an der Impulsgebung der vollständige Katalog zur Verfügung steht. Bei Übungen unter Verwendung des gekürzten Impulskatalogs ist dann allerdings zu beachten, dass alle benötigten Impulsansätze enthalten sind.

Die letztgenannte Rückmeldung zu den Schwierigkeiten bezieht sich auf den generellen Nutzen des Seminars. Es wird kritisiert, dass die Impulsgebung ein zu allgemeines und abstraktes Thema darstellt und sie nicht in einem Seminar erlernt werden kann. Trotz aller Bemühung um authentische Beispiele und Übungen bleibt das Thema sicherlich abstrakt und in der konkreten Interaktion im Unterricht ist ein schnellerer Lernfortschritt zu erwarten. Nichtsdestotrotz kann das Seminar dabei helfen, in Interaktionen reflektierter vorzugehen. Es ist nicht das Ziel des Seminars, vorzuschreiben, wie ein Impuls gesetzt werden sollte (s. Abschnitt 5.2.1). So hat z. B. der Impulskatalog zum Ziel, dass Ansätze für Impulse bewusst angewendet werden können und dadurch die Einschätzung über deren Auswirkungen mit der Zeit leichter fällt. Wie passend die Lehrperson die Impulse setzen kann, hängt wiederum von der treffenden Einschätzung zum Lernstand der Lernenden ab, die eine wichtige Voraussetzung für einen gelingenden Impuls darstellt (s. Abschnitt 3.3.1).

Die kritische Rückmeldung zur Wirksamkeit des Seminars war die einzige dieser Art. Ansonsten fielen die Antworten sehr positiv aus. Ausgewählte Rückmeldungen zu den Punkten, die besonders gut gefallen haben, sind der folgenden Übersicht zu entnehmen:

Ausgewählte Rückmeldungen („Das hat mir besonders gut gefallen“)

- Der Impulskatalog ist ein sehr hilfreiches Werkzeug, Sesseltanz als Methode war sehr interessant.
- Methodenwechsel innerhalb der Seminare waren sehr auflockernd. Das Thema finde ich für den MU sehr relevant. Die Beispiele im Impulskatalog finde ich sehr gut nachvollziehbar und sinnvoll.
- Der Austausch über unsere Erfahrungen war sehr hilfreich und inspirierend! Tolle Methode. Im ersten Teil hat mir die Phase gut gefallen, in der wir einen Ausschnitt eines Dialogs mit Hilfe des Impulskatalogs bearbeitet haben.

Der Impulskatalog hilft mir, auch in Zukunft an meiner Impulsgebung zu arbeiten.
- Die aufwändig gestalteten Materialien ermöglichen eine selbstständige Beobachtung und Reflexion. Diese werden dabei erheblich unterstützt, sodass es unabhängig von Ausbildungslehrer*innen möglich erscheint, sich im Thema Impulsgebung weiterzuentwickeln.

Die Auswahl an Rückmeldungen zeigt, dass die Teilnehmenden Aspekte auf sehr unterschiedlichen Ebenen hervorheben und diese viele Lernziele des Seminars abdecken. So wird wie in der Erprobung im Anschluss an das Praxissemester auch in der Erprobung im Referendariat die Relevanz des Themas betont. Darüber hinaus wird der Impulskatalog als hilfreiches Werkzeug für die Arbeit an der Impulsgebung dargestellt. Die letzten beiden Rückmeldungen beziehen sich u. a. auf die langfristige Arbeit an der Impulsgebung. Hierzu wird herausgestellt, dass die Materialien so gestaltet sind, dass sie eine selbstständige Weiterarbeit ermöglichen. In den Gestaltungsprinzipien zur Seminarkonzeption (s. Abschnitt 5.1) wurde an mehreren Stellen betont, dass das Seminar nicht als Abschluss der Arbeit an der Impulsgebung gesehen werden kann, sondern eher als ein Einstieg in die langfristige Arbeit gesehen werden sollte. Daher ist es sehr erfreulich, dass die Rückmeldungen der Teilnehmenden bestätigen, dass sie diesen Aspekt entsprechend aufgenommen haben.

Auf die Frage, was die Teilnehmenden durch das Seminar gelernt haben, kamen u. a. die folgenden Rückmeldungen:

Ausgewählte Rückmeldungen („Das habe ich durch das Seminar gelernt“)

- Durch das Seminar bin ich selbst besser in der Lage, meine Impulsgebung zu beobachten und mir gegebene Impulse besser vor Augen zu führen.
- Die verschiedenen Zielsetzungen hinter einem Impuls. Verschiedene Formulierungshilfen. Beobachtungsbogen um gezielt an Impulsen zu arbeiten.
- Neue Impulse – durch Impulse kann der eigene Redeanteil reduziert werden und der Anteil der SchülerInnen erhöht.
- Mit den richtigen Impulsen und der für mich passenden Impulsgebung erreiche ich nicht nur die primär formulierten Lernzeile in der Unterrichtsstunde besser, sondern verbessere auch sekundäre Aspekte von Unterricht.

Aus den Rückmeldungen der Teilnehmenden geht hervor, dass sich das Gelernte auf verschiedene Ebenen erstreckt. Die erste Rückmeldung bezieht sich auf die Möglichkeiten zur eigenständigen Weiterarbeit an der Impulsgebung. Dabei geht es in der

Rückmeldung vor allem um das Feststellen des eigenen Standes und das Einordnen der gegebenen Impulse.

Bei der zweiten Rückmeldung werden direkt mehrere Inhalte des Seminars angesprochen. Zum einen wurde gelernt, dass mit einem Impuls verschiedene Ziele verfolgt werden können, und das Seminar hat dazu Formulierungshilfen aufgezeigt. Darüber hinaus geht der Kommentar ebenfalls auf die Weiterarbeit an der Impulsgebung ein, indem er sich auf die Fremdbeobachtung mithilfe eines Beobachtungsbogens bezieht und diese als Grundlage für die Weiterarbeit benennt.

Die dritte Rückmeldung ist besonders interessant, da sie einen weiteren Effekt der Arbeit an der Impulsgebung identifiziert. Im Seminar hat die Person nicht nur neue Impulse kennengelernt, sondern sie hat außerdem festgestellt, dass Impulse dazu verhelfen können, den Redeanteil der Lehrperson zu reduzieren und den Redeanteil der Lernenden zu erhöhen. Die Auswirkungen auf die Redeanteile im Unterricht wurden bei der bisherigen Auseinandersetzung mit der Impulsgebung nicht berücksichtigt. Es erscheint sehr vielversprechend, sie genauer zu untersuchen. Dies ist jedoch nicht mehr Bestandteil der vorliegenden Arbeit, sodass der Aspekt als Ausblick in Abschnitt 7.3 näher beleuchtet wird.

Die letzte der ausgewählten Rückmeldungen ermöglicht ebenfalls interessante Einblicke in die Erkenntnisse der Teilnehmenden. Auffallend ist hier vor allem die Formulierung der *für mich passenden* Impulsgebung. Sie betont, dass die Impulsgebung sehr individuell ist und von den jeweiligen Gegebenheiten abhängt. Möglicherweise ist die Aussage auch als *für meinen Unterricht passend* gemeint und schließt damit die Lernziele und die Lernenden ein. Was unter *richtigen* Impulsen verstanden wird, bleibt hier jedoch unklar. Im konzipierten Seminar wird keinesfalls von *richtigen* und *falschen* Impulsen ausgegangen oder gesprochen. Im Gegenteil wird in dieser Arbeit mehrfach betont, dass das Seminar nicht leisten kann, Rezepte vorzustellen, mit denen stets richtige Impulse formuliert werden können. Daneben stellt sich die Frage, was überhaupt ein *richtiger* Impuls ist. Es lässt sich zwar grob abschätzen, inwiefern ein Impuls den in Abschnitt 3.3.7 vorgestellten Qualitätskriterien entspricht, aber eine Unterscheidung zwischen richtig und falsch erscheint nicht tragfähig. Es kann sein, dass dies in der Erprobung für die teilnehmende Person nicht deutlich genug herausgearbeitet wurde. Vielleicht ist mit *richtig* aber auch *passend* gemeint und damit der Bezug zum Qualitätskriterium der Passung hergestellt. Darüber kann an dieser Stelle nur gemutmaßt werden. Weiterhin bleibt offen, welche sekundären Aspekte von Unterricht gemeint sind. Dies könnte sich zum Beispiel auf die Lernatmosphäre oder die Beziehung zwischen Lehrperson und Lernenden beziehen. Deutlich ist jedoch herauszulesen, dass die teilnehmende Person erkannt

hat, dass die Impulsgebung in enger Verbindung mit der eigenen Lehrpersönlichkeit steht, von den Lernzielen abhängt und große Auswirkungen auf die Lernprozesse sowie den Unterricht im Ganzen haben kann. Damit sind wichtige Lernziele des Seminars erreicht worden.

In den abschließenden Anmerkungen für zukünftige Veranstaltungen gab es u. a. die folgenden Rückmeldungen:

Ausgewählte Rückmeldungen („Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen“)

- Die zweite Sitzung hatte einen sehr großen Anteil an der Reflexions- und Austauschphase. Diese hätte eventuell durch eine andere Methode kürzer und effizienter ausfallen können. Dennoch war die Methode spannend zu erleben.
- Beim Impulskatalog die Beispielimpulse noch mehr so gestalten, dass es noch einfacher ist, sie auf den eigenen Unterricht zu übertragen.
- Der Fokus auf einzelne Gruppen, die sich vielleicht am Ende des 1. Termins für eine Phase des Unterrichts oder eine Erprobungsschwerpunkt festlegen und diesen in den Blick nehmen, hätte eine größere Verbindlichkeit erzeugt.

Da die erste Rückmeldung sowohl positive als auch negative Punkte zur Methodenwahl enthält, werden hieraus keine weiteren Konsequenzen für die Seminarkonzeption gezogen. Der Eindruck, dass der Anteil an Reflexions- und Austauschphasen in der zweiten Sitzung sehr groß ist, kann bestätigt werden und ist in der Seminarkonzeption so angelegt (s. Abschnitt 5.1.11 und Abschnitt 5.1.13).

Die zweite Rückmeldung deutet an, dass die Übertragung der Beispielimpulse aus dem Impulskatalog auf den eigenen Unterricht vereinfacht werden könnte. Die Anmerkung gibt jedoch keinerlei Aufschluss darüber, wo die Schwierigkeiten im Transfer liegen. Daher ist es schwierig, sie zur Verbesserung des Impulskatalogs zu nutzen. Die wiederholende Verwendung des Wortes „noch“ lässt aber vermuten, dass ein Transfer grundsätzlich möglich ist. Daher werden keine weiteren Veränderungen des Impulskatalogs vorgenommen.

In der dritten Rückmeldung wird der Vorschlag gemacht, die Teilnehmendengruppe am Ende der ersten Sitzung in mehrere Gruppen einzuteilen, die jeweils einen eigenen Schwerpunkt in der Erprobungsphase setzen. Dies soll eine größere Verbindlichkeit erzeugen. Es bleibt unklar, worauf sich die Verbindlichkeit bezieht. Nichtsdestotrotz erscheint eine Einteilung in Gruppen mit unterschiedlichen Schwerpunkten sinnvoll. Allerdings sollte darauf geachtet werden, die Teilnehmenden nicht

mit zu vielen parallelen Anforderungen zu überfordern und den Auftrag für die Erprobungsphase zu komplex zu gestalten. Insbesondere erscheint es schwierig, zu einem so frühen Zeitpunkt in der Auseinandersetzung mit der Impulsgebung eigene Schwerpunkte zu setzen. Eine Zwischenform könnte sein, die beiden Arbeitsaufträge für die Erprobungsphase zur Wahl zu stellen und damit nur zwei unterschiedliche Gruppen zu bilden. Am Ende der ersten Sitzung sollten sich die Teilnehmenden dann für einen Arbeitsauftrag entscheiden, sodass in der zweiten Sitzung eine Zwischenphase eingeplant werden sollte, in der gegenseitig von den Erfahrungen mit den Schwerpunkten berichtet wird. Diese Variante wird in den Einsatzmöglichkeiten zum Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase (M7) abgebildet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Evaluationsergebnisse der Erprobung im Referendariat sehr erfreulich sind. Die Teilnehmenden nennen viel Positives und ihre Rückmeldungen helfen dabei, die Seminarkonzeption weiter zu verbessern, die grundsätzlich bereits als gelungen angesehen werden kann. Auch wenn nicht erhoben wurde, inwiefern die Lernziele des Seminars erreicht werden konnten (s. Abschnitt 6.3), lassen die Evaluationsergebnisse vermuten, dass das Erreichen der Lernziele durch das Seminar realistisch ist. Die erste Ebene des Fortbildungserfolgs kann aufgrund der Zufriedenheit der Teilnehmenden als erreicht betrachtet werden. Auch die zweite Ebene wurde in der Evaluation vielfach angesprochen und kann damit mindestens als teilweise erreicht beschrieben werden. Es kann hier keine Aussage darüber getroffen werden, inwiefern die dritte und vierte Ebene erreicht wurden, die sich auf die Weiterentwicklung des unterrichtlichen Handelns und der Unterrichtsqualität sowie die Förderung des Lernens der Schülerinnen und Schüler bezieht. Da einige Teilnehmende von Einflüssen auf das Unterrichtsgeschehen berichten, ist zumindest von einem partiellen Erreichen der dritten Ebene auszugehen.

6.4.3 In Lehrkräftefortbildungen

Im Folgenden werden die Evaluationsergebnisse der beiden Erprobungen in Lehrkräftefortbildungen vorgestellt. Ähnlich wie die Erprobung im Anschluss an das Praxissemester unterscheiden sich diese Erprobungen dahingehend von der ursprünglichen Seminarkonzeption, dass sie für die Teilnehmenden keine eigenständige Phase der Erprobung beinhalten, da die Fortbildung lediglich aus einer Sitzung besteht. Nichtsdestotrotz geben die Evaluationen Aufschluss über die einzelnen Bestandteile der Fortbildung, die auch in der Seminarkonzeption enthalten sind.

6.4.3.1 Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden

Die Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden im Rahmen des Aachener Schul-Hochschul-Fachtags war eine der ersten Erprobungen überhaupt (s. Abb. 6.1). Auch wenn das Material oder die Methodik an einigen Stellen noch einmal überarbeitet wurden, haben sich die Bestandteile im Vergleich zum vorliegenden Seminar nicht wesentlichen verändert, sodass wertvolle Erfahrungen für den Einsatz gesammelt werden konnten und sich die Evaluationsergebnisse in großen Teilen auch für die Evaluation des Seminars heranziehen lassen. In Abb. 6.11 sind die Ergebnisse zu den geschlossenen Items dargestellt.

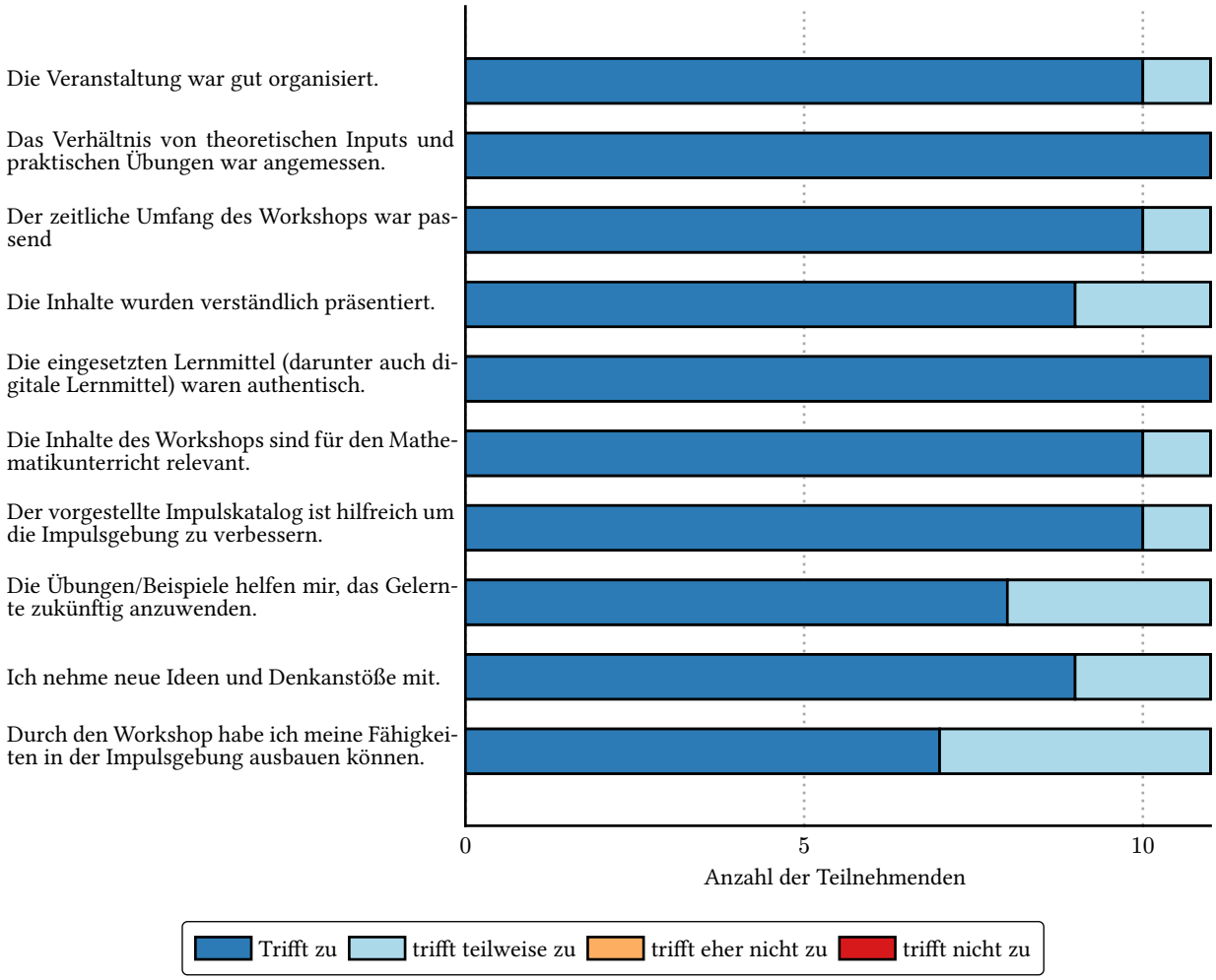


Abb. 6.11: Evaluationsergebnisse zur Erprobung in einer Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden

Dafür, dass es sich bei der Erprobung um eine der ersten handelt, sind die Ergebnisse erstaunlich gut. Bei allen Items wurde entweder *trifft zu* oder *trifft teilweise zu* angekreuzt. Die Teilnehmenden geben bei der Angemessenheit des Verhältnisses von theoretischen Inputs und praktischen Übungen sowie bei der Authentizität der einge-

setzten Lernmittel sogar einstimmig an, dass dies zutrifft. Die Frage nach dem Ausbau der Fähigkeiten in der Impulsgebung durch den Workshop wurde am schlechtesten bewertet. Dies könnte daran liegen, dass keine zwischenzeitige Phase der eigenständigen Erprobung stattgefunden hat, sodass die Teilnehmenden die Auswirkungen der Fortbildung noch nicht abschätzen können. Da das Item dennoch sehr positiv bewertet wurde, werden hieraus keine weiteren Maßnahmen abgeleitet.

Aus den Freitextantworten der Teilnehmenden können weitere wichtige Erkenntnisse zur Überarbeitung des Seminars abgeleitet werden. Tatsächlich sind alle Rückmeldungen zum Item *Damit hatte ich Schwierigkeiten* aufschlussreich, sodass sie im Folgenden vollständig aufgeführt werden.

Ausgewählte Rückmeldungen („Damit hatte ich Schwierigkeiten“)

- Die Güte eines Impulses zu bewerten (da sehr stark abhängig des jeweiligen Schülers oder der jeweiligen Schülerin).
- Impulse formulieren, wenn Bedingungen unkonkret sind (Wie stark ist der Schüler? Welche Darstellungsmittel habe ich zur Verfügung? Wie reagiert der Schüler auf den Impuls, damit ich weiter anknüpfen kann?)
- Die genaue Formulierung der Impulse stellte für mich teilweise eine Schwierigkeit dar. Sind Frageformen besser als die Nutzung von konkreten Operatoren in der Imperativform?
- Spontane Ideen für Impulse – meist hat es kurz gedauert, bis eine gute Idee da war.
- Die Ansprüche „angemessene Intensität“ und „unmittelbare Produktion“ waren mir nicht ganz plausibel zu unterscheiden. Inzwischen habe ich mir vorgestellt, dass die Produktion eine Richtung in die Fachlichkeit und die Intensität die Tiefe bzw. Länge der Richtungsstrecke meint, aber ob das so richtig ist, weiß ich nicht.
- Welcher Impuls ist wirklich zielführend?

Die ersten beiden Rückmeldungen gehen in eine ähnliche Richtung und treffen den kritischen Punkt bei der Verbesserung der Impulsgebung durch das Seminar: Eine Formulierung und Einschätzung von Impulsen ist schwierig, wenn die Rahmenbedingungen nicht klar und insbesondere die Lernenden nicht bekannt sind. Dies fällt vor allem dann ins Gewicht, wenn die Veranstaltung wie in der vorliegenden Fortbildung keine Phase der Erprobung in der Praxis enthält. Auf diese Schwierigkeit kann in der Seminarkonzeption nur bedingt reagiert werden. Durch den Einsatz von Videomaterial aus dem Unterricht werden die Gegebenheiten zwar etwas expli-

ziter, aber vorherige Lernerfahrungen der Schülerinnen und Schüler bleiben damit trotzdem unbekannt. In der vierstündigen Fortbildung wurde die Arbeit mit selbst mitgebrachtem und eingesetztem Material ermöglicht, aber von den Teilnehmenden wurde dieses Angebot nicht genutzt.

Die dritte Rückmeldung nimmt Bezug auf die Form eines Impulses. Tatsächlich wird hierauf im konzipierten Seminar nicht eingegangen, da der Fokus mehr auf dem Inhalt und den Auswirkungen eines Impulses liegt. Hierbei spielt die Form zwar auch eine Rolle, die aber vergleichsweise untergeordnet ist. Aussagen darüber, welche Impulse (hinsichtlich ihrer Form oder ihres Ansatzes) besser geeignet sind als andere, können nicht getroffen werden. Die Güte hängt außerdem stark von dem individuellen Ziel ab, welches mit dem jeweiligen Impuls verfolgt werden soll. Es können daher nur Empfehlungen ausgesprochen werden, worauf bei der Impulsgebung neben den Qualitätskriterien geachtet werden sollte. Empfehlungen dieser Art werden in Abschnitt 5.1.8 zusammengefasst.

Eine weitere Schwierigkeit, die zurückgemeldet wurde, stellt das spontane Finden von Ideen für Impulse dar. Diese Schwierigkeit scheint jedoch normal und nicht vermeidbar. Es wäre unfair, wenn die Teilnehmenden von sich selbst erwarten, dass das Finden von Impulsansätzen unmittelbar gelingt und leicht von der Hand geht. Der Impulskatalog kann zwar dabei unterstützen, aber dennoch sollte ausreichend Zeit gegeben und genommen werden, damit das Einfinden in die Situation mit ihren Anforderungen gelingen kann.

Die nächste aufgeführte Schwierigkeit lag im Verständnis zweier Qualitätskriterien. Zum Zeitpunkt der Erprobung waren diese offenbar noch nicht gut genug ausgeschärft. Auch wenn der oder die Teilnehmende in der Fortbildung zunächst nicht sicher war, was mit den beiden genannten Merkmalen gemeint ist, lässt die Rückmeldung vermuten, dass sie dennoch passend aufgefasst wurden. Sowohl an der Erläuterung zu den Merkmalen als auch an der Anzahl und Differenzierung der Merkmale wurde in der Zwischenzeit viel gearbeitet. Die Tatsache, dass von dieser Schwierigkeit in den Evaluationen zu den anderen Erprobungen nicht mehr berichtet wird, deutet darauf hin, dass die Erläuterungen zu den Qualitätskriterien verbessert werden konnten.

In der letzten Rückmeldung wird danach gefragt, welcher Impuls wirklich zielführend ist. Dies ist eine sehr gute Frage, da sie die Notwendigkeit weiterer Forschung in diesem Bereich offenbart. Im konzipierten Seminar wird und kann auf die Frage keine Antwort gegeben werden (s. Abschnitt 5.2.1). Wie so oft erwähnt, hängt die Impulsgebung und die Wirkung von Impulsen von vielen verschiedenen Faktoren ab (s. Abschnitt 3.2), sodass hierauf nicht pauschal geantwortet werden kann. Darüber

hinaus hängt die Qualität eines Impulses hinsichtlich seiner Zielführung davon ab, welches Ziel die Lehrperson mit ihrem Impuls verfolgt und wie klar sie es vor Augen hat. Die Auswirkung eines Impulses liegt letztendlich in der Hand der Lernenden und kann nicht im Vorfeld bestimmt werden.

Weiterhin wurde ebenfalls bereits angesprochen, dass es nicht nur den einen, *richtigen* Impuls gibt. Verschiedene Impulsansätze können in dem jeweiligen Fall geeignet sein. Um sich auch für andere Ansätze als die eigenen zu öffnen, sind Austauschphasen besonders wichtig. Dies verdeutlicht die folgende Übersicht mit Rückmeldungen zu Aspekten des Seminars, die den Teilnehmenden besonders gut gefallen haben:

Ausgewählte Rückmeldungen („Das hat mir besonders gut gefallen“)

- Ein wichtiges Thema mit vielen Austauschphasen zu erarbeiten.
- Aufteilung von Theorie und Praxis ist sehr gelungen. Es war toll mit verschiedenen Menschen zusammenzuarbeiten, so hat man verschiedenste Inputs bekommen.
- Hoher Praxisbezug durch viele Beispiele, mehrere Arbeitsphasen in verschiedenen Gruppenkonstellationen sehr gewinnbringend.
- Mehrere unterschiedliche Fallbeispiele zu bearbeiten.

Die erste Rückmeldung betont die Relevanz des Themas sowie die Notwendigkeit des Austauschs mit anderen, dem an dieser Stelle nur beigepflichtet werden kann. Neben dem Impulskatalog hilft der Austausch untereinander, um sich gemeinsam weitere Impulsansätze oder mögliche Herangehensweisen zu erschließen. Dies geht auch aus der zweiten Rückmeldung hervor. Wenn in der Diskussion über einen Impuls Personen mit verschiedenen Hintergründen und Expertisen zusammenkommen, können mehrere Sichtweisen eingenommen werden. Es verdeutlicht, aus welchen verschiedenen Blickwinkeln ein Impuls betrachtet werden kann und erhöht die Vielfalt an Impulsen und Bezugspunkten, die bei der Diskussion berücksichtigt werden.

Um den Austausch untereinander zu fördern, ist es sinnvoll, in den Arbeitsphasen unterschiedliche Gruppenkonstellationen zu wählen. Der Gewinn dieser Vorgehensweise wird in einer weiteren Rückmeldung hervorgehoben.

Wie in der letzten Rückmeldung erwähnt wird, hat die Arbeit an mehreren unterschiedlichen Fallbeispielen den Teilnehmenden ebenfalls besonders gut gefallen. Sie sorgt für Abwechslung und soll den Transfer in die Praxis erleichtern, indem möglichst verschiedene Anwendungsbeispiele betrachtet werden.

Im Folgenden wird ein Blick darauf geworfen, was die Teilnehmenden durch die Veranstaltung mitgenommen haben. Ausgewählte Rückmeldungen hierzu sind nachfolgend aufgelistet.

Ausgewählte Rückmeldungen („Das habe ich durch den Workshop gelernt“)

- Variabler in den Impulsen zu sein.
- Es gibt verschiedene Möglichkeiten/Arten von Impulsen. Eine Übung im Vorfeld ist notwendig, um im Unterricht auch spontan das neue Wissen anwenden zu können.
- Es gibt sehr viele Arten, Impulse zu setzen. Insb. der Impulskatalog gibt einen tollen Anlass, seine eigene Impulssetzung zu erweitern. Es kann durchaus passieren, dass ein Impuls nicht die gewünschte Wirkung erzielt.
- Verschiedene Variationen von Impulsen, aber auch die Wichtigkeit von dem Finden von Fehlkonzepten… Durch erstes Nachfragen oder Erklärenlassen könnte direkt vermieden werden, mit einem Impuls sofort in die falsche Richtung zu gehen.

Die erste Rückmeldung ist nicht ganz eindeutig formuliert, aber vermutlich sind die Ansätze von Impulsen gemeint. Die Fortbildung hat also dazu geführt, dass die oder der Teilnehmende nun variabler zwischen Impulsansätzen wählen kann. An dieser Stelle sei erneut darauf hingewiesen, dass es sich bei den Evaluationsergebnissen lediglich um eine Einschätzung durch die Teilnehmenden handelt und keine Untersuchungen durchgeführt wurden, inwiefern die Veränderung tatsächlich in der Praxis zu beobachten ist (s. Abschnitt 6.3). Dennoch ist die aufgeführte Rückmeldung wertvoll, da sie deutlich macht, dass den Teilnehmenden Handlungsoptionen eröffnet werden.

Eine Sensibilisierung für die verschiedenen Ansätze von Impulsen geht auch aus der zweiten Rückmeldung hervor. Darüber hinaus macht die Rückmeldung deutlich, dass trotz der bereits genannten Einschränkungen durch die Rahmenbedingung eine Übung im „Trockenen“ sinnvoll ist, um den Einstieg in die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung zu finden und im späteren Unterricht nicht nur dafür sensibilisiert zu sein, sondern auch Handlungsoptionen zu kennen.

In der dritten Rückmeldung sind mehrere Aspekte in einem zusammengefasst. Zunächst wurde erkannt, dass es viele Arten von Impulsen gibt, womit vermutlich ebenfalls die Ansätze gemeint sind. Dann wird ausgesagt, dass sich die eigene Impulssetzung mithilfe des Impulskatalogs erweitern lässt. Hier wird also auf die Möglichkeit der eigenständigen Weiterarbeit an der Impulsgebung eingegangen. Und

zuletzt wird erwähnt, dass ein Impuls die gewünschte Wirkung auch verfehlen kann. Diese Aussage ist so formuliert, dass der Eindruck entsteht, die teilnehmende Person habe dies für sich als zur Impulsgebung dazugehörig erkannt und empfinde es als nicht weiter schlimm. Diese Erkenntnis ist sehr wünschenswert. Es ist nicht zu erwarten, dass stets Impulse mit gewünschter Wirkung formuliert werden können. Dafür ist die Impulsgebung zu komplex und die Notwendigkeit nicht gegeben. Denn wenn ein Impuls die gewünschte Wirkung nicht erzielt, kann er dennoch (auch unbewusst) eine förderliche Wirkung haben.

Die letzte Rückmeldung betont die Notwendigkeit der vorherigen Diagnose. Doch auch wenn die Lehrperson über gute diagnostische Fähigkeiten verfügt, kann zusätzlich ein diagnostischer Impuls sinnvoll sein. Wie in der Rückmeldung beschrieben, kann er dabei helfen, den anzuregenden Produktionsschwung treffender auszurichten.

Insgesamt lassen die Rückmeldungen der Teilnehmenden auch bei dieser Erprobung darauf schließen, dass die Lernziele größtenteils erreicht wurden. Allerdings wird die Vielfalt von Impulsansätzen im Gegensatz zur möglichen Weiterarbeit an der eigenen Impulsgebung stark betont, sodass zu vermuten ist, dass in dieser Fortbildung der Fokus zu sehr auf der Arbeit mit dem Impulskatalog lag. Stattdessen hätte mehr Zeit in die Möglichkeiten der Weiterarbeit im Anschluss an die Fortbildung investiert werden können. Dies wird im konzipierten Seminar mit der zweiten Sitzung umgesetzt.

Als Abschluss der Evaluation haben die Teilnehmenden eigene Ideen für zukünftige Veranstaltungen oder sonstige Anmerkungen eingebracht. Ausgewählte Rückmeldungen hierzu können der folgenden Übersicht entnommen werden:

Ausgewählte Rückmeldungen („Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen“)

- Möglicherweise Simulation in Kleingruppen einbauen, um zu prüfen, ob Impuls wirksam sein kann und um weitere anknüpfende Impulse auszuprobieren.
- Gesprächsführung ist ein wichtiger Teil des Unterrichts und dort müssen auch Impulse gesetzt werden. Die Übungen waren zu nah an einer Schülerlösung und damit auch die entwickelten Impulse für einen (imaginären) Schüler zugeschnitten. Wie kann man das im UG machen?
- Einfach als Anregung zum Katalog: Ist die Differenzierung in so viele Arten wirklich notwendig und sinnvoll? Es ist sehr viel auf einmal, weshalb ich

mich frage, ob man diese nicht übergeordneter nochmal zusammenfassen kann.

- Es wäre vielleicht interessant, einen kleinen Film zu analysieren, wo ein Schüler auf einen Impuls antwortet, also wie er damit umgeht. Dann kann man den Individualitätsanspruch des Impulses üben.

Die Idee der Simulation aus der ersten Rückmeldung wurde mit einem Rollenspiel in der Erprobung im Anschluss an das Praxissemester aufgenommen. Die Erfahrungen hierzu können in Abschnitt 5.3.1 und in Abschnitt 6.4.1.2 nachgelesen werden. Da für ein Rollenspiel große zeitliche Ressourcen benötigt werden, wurde es bei der Konzeption des Seminars trotz der in der Rückmeldung genannten Vorteile nicht eingebunden.

Die zweite der aufgeführten Rückmeldungen wird hier so verstanden, dass es sich nicht um eine allgemeine Kritik an den Übungen handelt, sondern dass eine Erweiterung auf das Unterrichtsgespräch (UG) mit der gesamten Klasse gefehlt hat. Diese Rückmeldung ist sehr gut nachvollziehbar, zumal große Teile des heutigen Unterrichts weiterhin im Unterrichtsgespräch moderiert werden. Allerdings fokussieren die entwickelten Grundlagen zur Impulsgebung und das konzipierte Seminar bewusst die Impulsgebung im Einzelgespräch mit den Lernenden, um sich zunächst auf einen Teil der Impulsgebung zu beschränken und hierfür eine Grundlage zu schaffen. Inwiefern sich die Impulsgebung im Einzelgespräch von der im Unterrichtsgespräch unterscheidet, wird in der vorliegenden Arbeit nicht weiter untersucht. Es ist zu vermuten, dass der Fokus im Unterrichtsgespräch stärker auf der Moderation liegt als im Einzelgespräch, sodass Impulse im Sinne der in dieser Arbeit vorgestellten Definition eine untergeordnetere Rolle spielen. Grundsätzlich sollten sich die Ansätze von Impulsen jedoch ebenso im Unterrichtsgespräch verfolgen lassen können.

Auch die anschließende Rückmeldung ist aufgrund des Umfangs des Impulskatalogs sehr verständlich. Die als Vorentlastung gedachte teilweise Erarbeitung des Katalogs mithilfe einer Learning-App reicht offenbar nicht aus, um auf den hohen Umfang vorzubereiten. Ein Hinweis dieser Art wurde auch in anderen Erprobungen erwähnt. Daher wurde eine gekürzte Version des Impulskatalogs erstellt (s. M5, Anhang C.1.5). Dennoch sieht die Seminarkonzeption den Einsatz des ungekürzten Impulskatalogs vor. Die Begründung hierfür ist in Abschnitt 5.2.4.1 nachzulesen. Eine Differenzierung in so viele Arten von Ansätzen erscheint sinnvoll, damit die Auswirkungen des Impulses besser eingeschätzt werden können, auch wenn sie ein Stück weit ungewiss und auf einer hypothetischen Ebene bleiben.

Die Anregung aus der letzten Rückmeldung, einen Videoausschnitt aus dem Unterricht einzusetzen, wurde in Form einer in das Seminar eingebundenen Übung umgesetzt. Hierbei wird jedoch weniger die Reaktion der Lernenden in den Blick genommen als mehr die Impulse der Lehrperson. Ziel des Videoeinsatzes ist vor allem, dass die Teilnehmenden sich besser in die gegebene Situation hineinversetzen können. Sollte der Zugriff auf den Videoausschnitt nicht gegeben sein, kann die Übung anhand des Transkripts dennoch durchgeführt werden.

Insgesamt lassen die Ergebnisse der geschlossenen wie der offenen Items den Schluss zu, dass die Erprobung im Rahmen der vierstündigen Lehrkräftefortbildung sehr erfolgreich war. Dies gilt insbesondere unter Berücksichtigung der Tatsache, dass es sich um die erste evaluierte Erprobung handelt, bei der die Materialien noch nicht so weit ausgereift waren. Das Format scheint also eine gute Alternative zum entwickelten Seminar zu sein, auch wenn die wichtige Phase der eigenständigen Erprobung ausbleiben muss. Die Rückmeldungen der Teilnehmenden in den Freitextfeldern waren sehr konstruktiv. Viele von ihnen konnten in die Weiterentwicklung der Seminarkonzeption einfließen. Die Erprobung hat damit einen wesentlich Teil dazu beigetragen, das Seminar weiter zu verbessern.

6.4.3.2 Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden

Die Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden fand im Rahmen des MNU Bundeskongresses 2023 als Workshop statt. Wie in den alternativen Einsatzmöglichkeiten in Abschnitt 5.3.3.2 beschrieben, kann die Durchführung mit der ersten Seminarsitzung verglichen werden. Eine Phase der eigenständigen Erprobung in der Praxis hat also auch hier nicht stattgefunden. Die Evaluationsergebnisse der geschlossenen Items sind in Abb. 6.12 dargestellt.

Trotz des relativ frühen Erprobungszeitpunktes ist die Bewertung der Fortbildung sehr positiv. Bei der Organisation der Veranstaltung sowie der Präsentation der Inhalte wurde einstimmig die beste Antwortmöglichkeit ausgewählt. Weiterhin wird von niemandem die schlechteste Antwortmöglichkeit angegeben. Beim letzten Item ist die Anzahl der Teilnehmenden, die die Aussage als zutreffend bewerten, mit Abstand am geringsten. Die Anzahl der Teilnehmenden, die die Aussage als teilweise zutreffend einstufen, ist bei diesem Item stattdessen am höchsten. Das Item sagt aus, dass durch den Workshop die Fähigkeiten in der Impulsgebung ausgebaut werden konnten. Eine Begründung für die vergleichsweise schlechte Bewertung könnte darin liegen, dass Teile des Workshops dazu genutzt wurden, die entwickelten theoretischen Hintergründe und vorgestellten Materialien zu diskutieren und hierfür die vielfältige und zahlreiche Expertise der Teilnehmenden aufzugreifen. Es ist möglich, dass dadurch der Fokus auf den Kompetenzausbau zum Teil in den Hintergrund

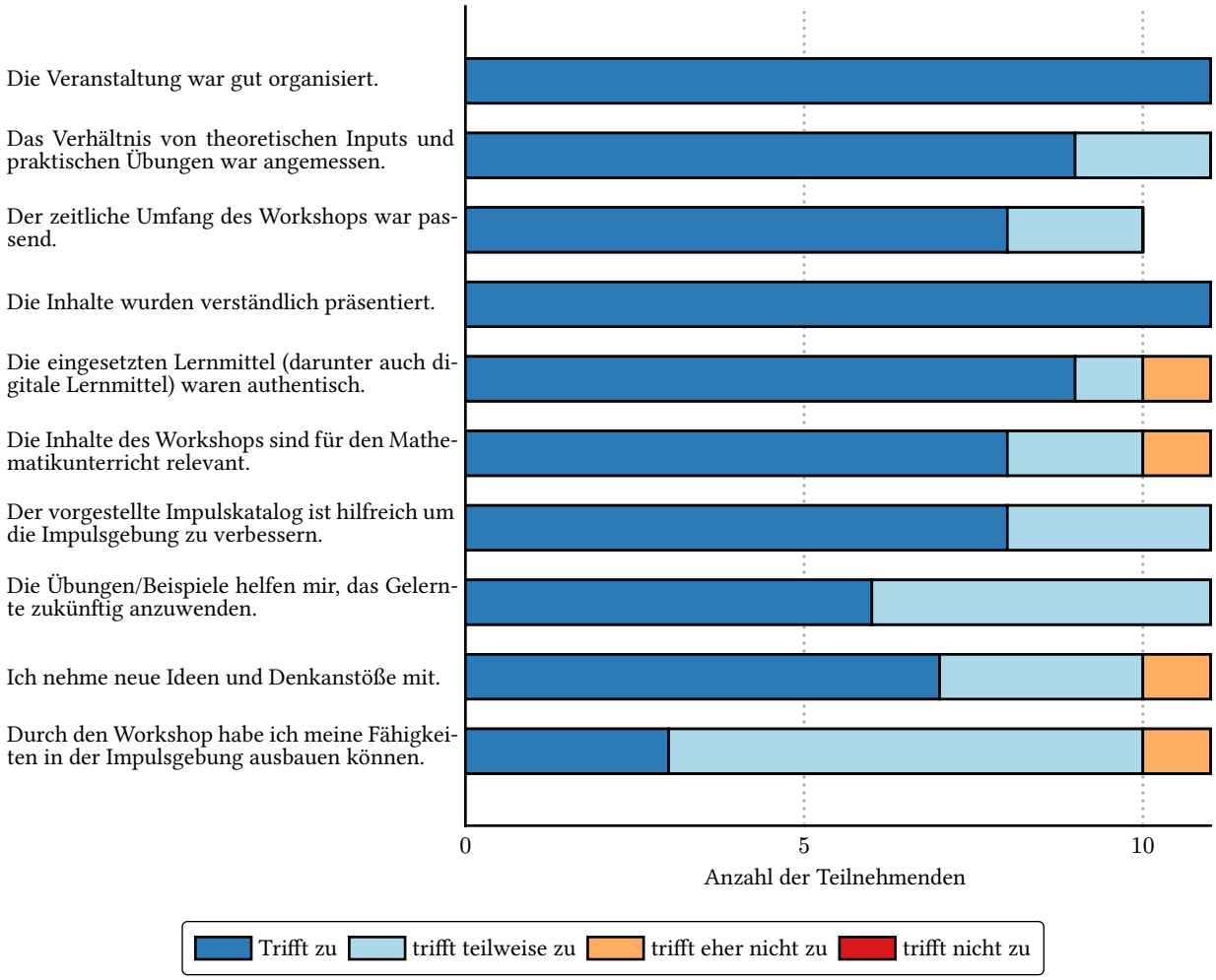


Abb. 6.12: Evaluationsergebnisse zur Erprobung in einer Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden

geraten ist. Dennoch trifft die Aussage, dass die Übungen für eine zukünftige Anwendung des Gelernten hilfreich sind, bei allen Teilnehmenden mindestens teilweise zu.

Die Eingaben der Teilnehmenden aus den Freitextfeldern sind leider nicht sehr zahlreich oder ausführlich. An manchen Stellen bleiben die Aussagen etwas unkonkret. Trotzdem werden die eingegangenen Rückmeldungen im Folgenden aufgeführt und diskutiert.

Ausgewählte Rückmeldungen („Damit hatte ich Schwierigkeiten“)

- Impulsgebung und Lehrplanziele zu vereinbaren.

Bei der oben genannten und einzigen Rückmeldung aus der Kategorie *Damit hatte ich Schwierigkeiten* handelt es sich um eine sehr interessante und wichtige Rückmeldung, da sie eine neue Herausforderung bei der Impulsgebung deutlich macht: Wenn die

Qualitätskriterien von Impulsen berücksichtigt werden, scheinen die Lehrplanziele nicht mehr (gut) erreichbar zu sein. Dies ist jedoch nur vordergründig der Fall. Im Kern liegt die Problematik vermutlich woanders: Durch die hohe Stofffülle im Lehrplan ist ein ergebnisorientierter Unterricht scheinbar kaum zu vermeiden. Inhalte von den Lernenden selbst entdecken zu lassen ist zwar nachhaltiger, benötigt aber auch mehr zeitliche Ressourcen. Etwas überspitzt ließe sich sagen: Es ist weniger die Impulsgebung, die mit den Lehrplanzielen nicht zu vereinbaren ist, als mehr die Grunderfahrungen nach Winter, die mit einer reinen Erfüllung der Lehrplanziele durch ergebnisorientierten Unterricht nur schwer zu ermöglichen sind. Ein Bild von Mathematik bei den Lernenden zu schaffen, das den Grunderfahrungen nach Winter entspricht, ist in der vorgegebenen Zeit wohl nur durch höchst exemplarisches Arbeiten erreichbar. Die Qualitätskriterien von Impulsen machen diesbezüglich jedoch keine Einschränkungen und sind im Gegenteil gut mit einer exemplarischen Arbeitsweise vereinbar. Die Sorge, mit der Impulsgebung die Lehrplanziele nicht erreichen zu können, scheint also unberechtigt.

Ausgewählte Rückmeldungen („Das hat mir besonders gut gefallen“)

- Praktische Übungen in digitaler Form.
- Gespräche mit dem Gruppenpartner in den Übungen.
- Eigene Impulsideen zu formulieren.

Mit der ersten Rückmeldungen zu *Das hat mir besonders gut gefallen* werden zwei Aspekte angesprochen. Zum einen gefielen die praktischen Übungen, zum anderen die digitale Umsetzung. Letzteres wurde in den Evaluationen selten erwähnt. Es könnte daran liegen, dass das Durchschnittsalter der anderen Erprobungsgruppen niedriger einzuschätzen ist und die Teilnehmenden jüngeren Alters an eine digitale Umsetzung gewohnt sind und sie daher nicht mehr hervorheben. An dieser Stelle wird das Ausbleiben von Rückmeldungen zur digitalen Umsetzung in den anderen Erprobungen daher nicht als negativ eingeschätzt, zumal keine negativen Rückmeldungen mit diesem Bezug eingegangen sind.

Die zweite Rückmeldung zeigt, wie wichtig der Austausch untereinander ist. In diesem Workshop kannten sich die Teilnehmenden untereinander größtenteils nicht. Es ist daher sehr erfreulich, dass sie mit ihren unterschiedlichen Expertisen gegenseitig voneinander profitieren konnten.

Bei der dritten Rückmeldung bleibt unklar, was genau an der Formulierung von eigenen Impulsideen gut gefallen hat. Es könnte die Möglichkeit sein, sich selbst auszuprobieren sowie kreativ und praktisch tätig zu werden.

In Bezug auf den Lernerfolg durch die Fortbildung können leider kaum Aussagen getroffen werden, da lediglich die folgenden beiden Rückmeldungen eingegangen sind.

Ausgewählte Rückmeldungen („Das habe ich durch den Workshop gelernt“)

- Kriterien für Impulse kennenlernen.
- Bewusster auf meine Impulsgebung zu achten.

Grundsätzlich lassen sich die Ziele der Fortbildung mit denen der ersten Seminarsitzung vergleichen. Inwiefern die Ziele in der Erprobung erreicht wurden ist auf der Grundlage der wenigen Rückmeldungen jedoch schwierig zu beurteilen. Von den Teilnehmenden wurden einerseits die Kriterien für Impulse angesprochen, womit vermutlich die Qualitätskriterien gemeint sind. Außerdem wurde von einer bzw. einem Teilnehmenden angegeben, dass sie bzw. er nun bewusster auf die Impulsgebung achtet, was ein sehr wichtiges Lernziel darstellt.

Im Freitextfeld für eigene Anmerkungen war der Rücklauf ebenfalls gering. Hier konnte ausschließlich eine Rückmeldung eingeholt werden.

Ausgewählte Rückmeldungen („Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen“)

- Der Unterschied zwischen Impulsen an die Klassengruppe und an die/den einzelne*n Schüler*in müsste noch bedacht werden.

Die oben aufgeführte Rückmeldung wurde in der Evaluation zur vierstündigen Lehrkräftefortbildung bereits in ähnlicher Art gegeben und im zugehörigen Abschnitt ausgewertet, weshalb an dieser Stelle lediglich darauf verwiesen wird (s. Abschnitt 6.4.3.1).

6.4.4 Ergebnisse der Triangulation

Insgesamt haben fünf Personen einen Teil der Materialien getestet, von denen vier den Evaluationsbogen ausgefüllt haben (s. Tab. 6.2). Wie bereits in Abschnitt 6.3.2 erläutert, wurden für die Triangulation zwei verschiedene Evaluationsbögen eingesetzt. Da nur wenige der geschlossenen Items identisch oder ähnlich genug sind, um sie zusammenzuführen, ist eine gemeinsame Auswertung der beiden Bögen schwierig. Deswegen werden die Evaluationsergebnisse der geschlossenen Items im Folgenden getrennt voneinander aufgeführt. Bei den Freitextfeldern sind die Unterschiede zwischen den beiden Bögen nicht so erheblich, sodass die Auswertung

in Einem durchgeführt wird. Die Ergebnisse für die geschlossenen Items sind in Abb. 6.13 bis Abb. 6.16 als Balkendiagramme dargestellt.

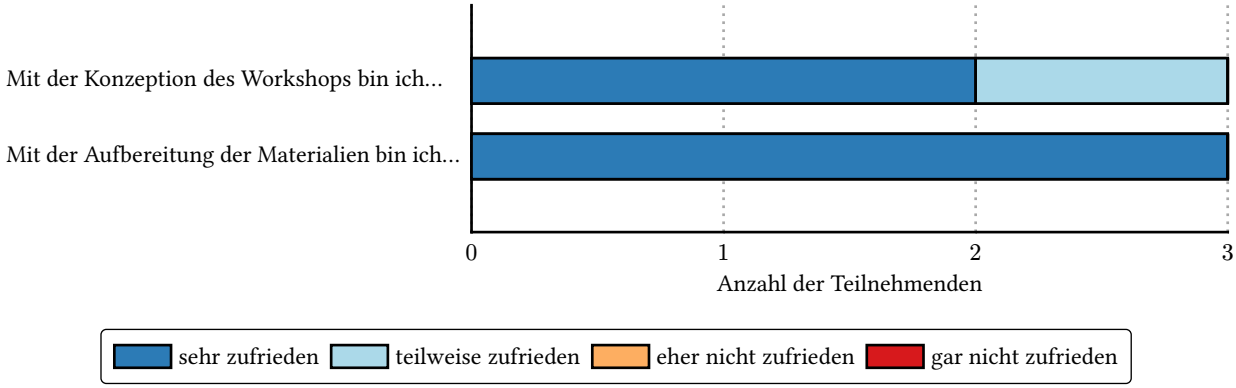


Abb. 6.13: Evaluationsergebnisse zur Zufriedenheit mit Konzeption und Aufbereitung

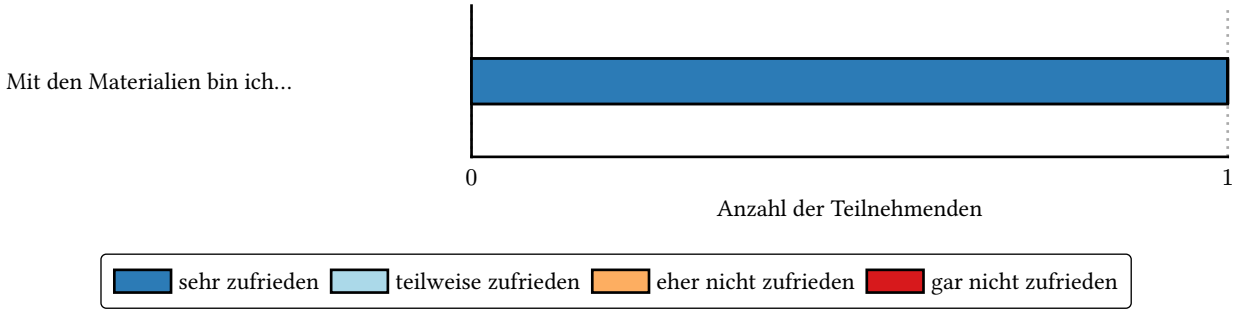


Abb. 6.14: Evaluationsergebnisse zur Zufriedenheit mit den konzipierten Materialien

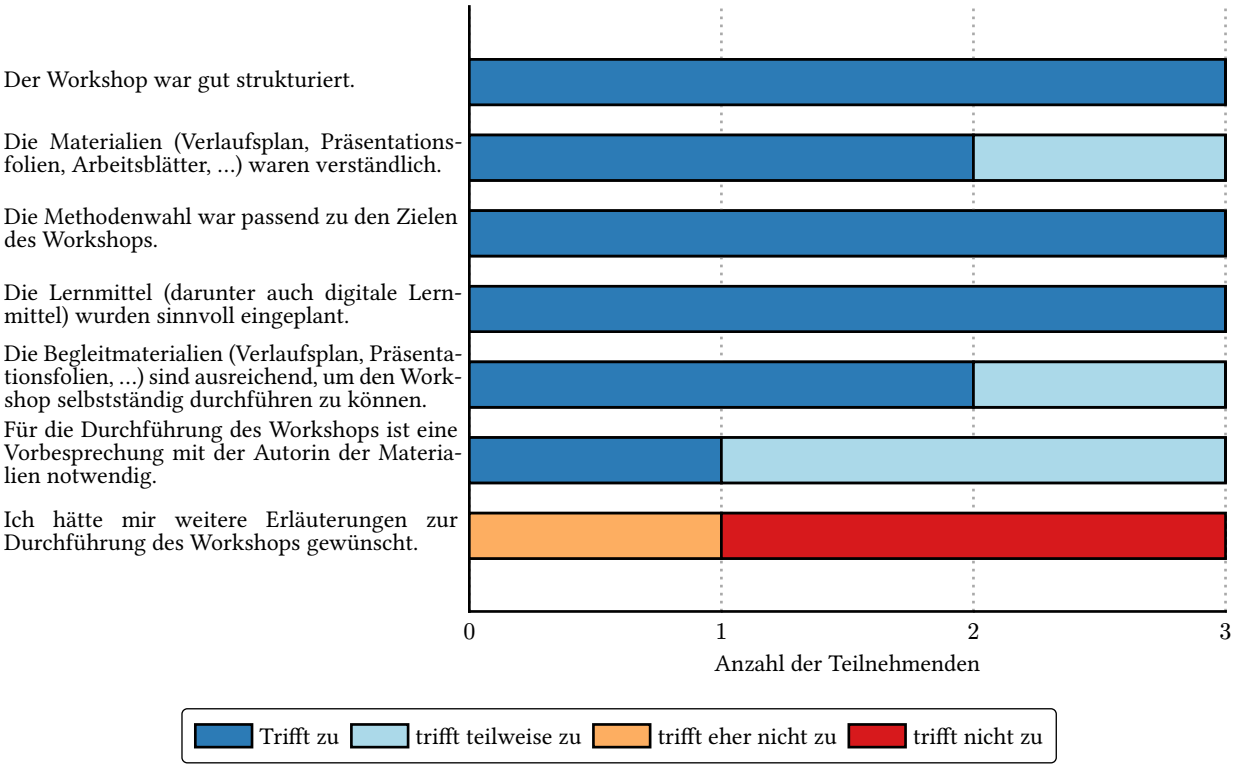


Abb. 6.15: Evaluationsergebnisse zur Umsetzbarkeit der Durchführung

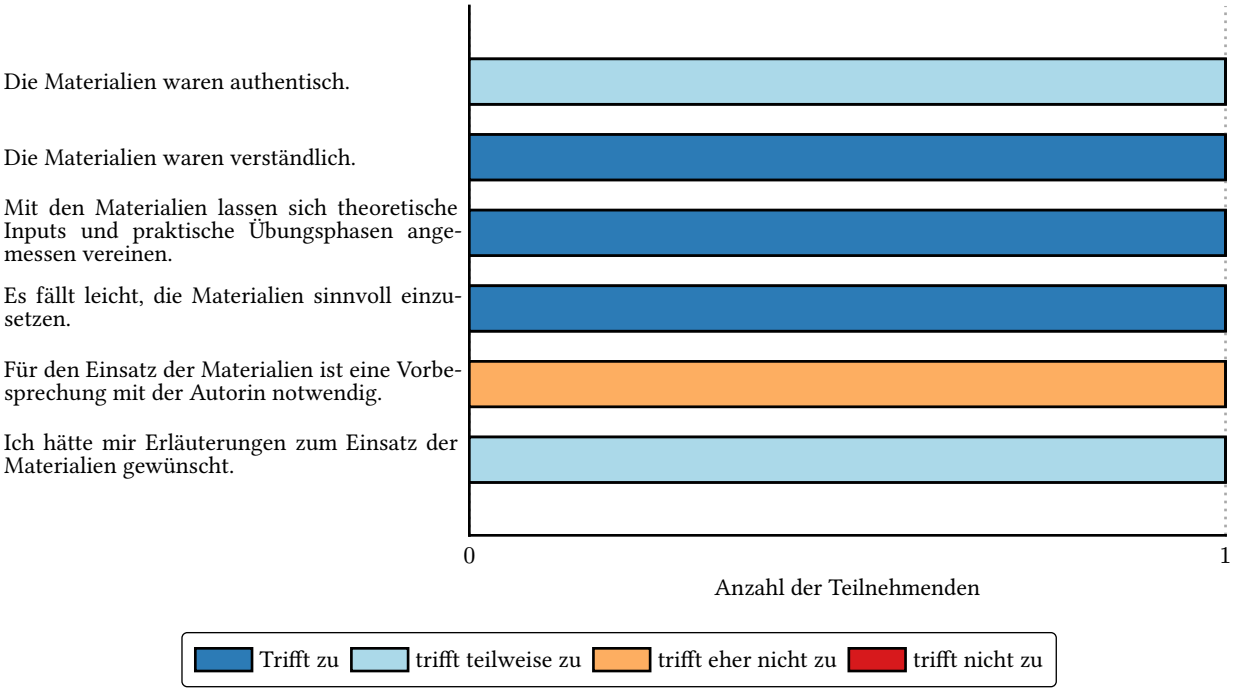


Abb. 6.16: Evaluationsergebnisse zur Einsetzbarkeit der konzipierten Materialien

Die Evaluationsergebnisse fallen insgesamt sehr positiv aus. Insbesondere die Konzeption des Seminars und die Einsetzbarkeit der Materialien werden als gut bewertet.

Bei der Frage nach der Notwendigkeit weiterer Erläuterungen zum Einsatz der Materialien bzw. zur Durchführung des Workshops geben zwei Erprobende an, dass dies nicht zutrifft, eine Person gibt an, dass es eher nicht zutrifft und eine Person gibt an, dass es teilweise zutrifft. Es verwundert nicht, dass die Aussage bei der Erprobung im Fachseminar als eher zutreffend beschrieben wird, da der durchführenden Person wie oben beschrieben kein Begleitmaterial zur Verfügung stand. Auch wenn die farbliche Markierung in den Diagrammen etwas anderes vermuten lässt, ist die mehrheitliche Verneinung der Erprobenden gut, denn sie zeigt, dass das Seminar grundsätzlich auch ohne weitere Erläuterungen von anderen Personen durchgeführt werden kann.

Ähnliches gilt für die Frage nach der Notwendigkeit einer Vorbesprechung mit der Autorin der Materialien. Erfreulicherweise wird dies bei der Erprobung im Fachseminar trotz fehlender Begleitmaterialien als eher nicht zutreffend eingeschätzt. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Seminarleitung über genügend Erfahrung verfügt, um die Materialien auch ohne Vorbesprechung sinnvoll einsetzen zu können. Bei den übrigen Erprobungen im Praxissemester bzw. im Anschluss daran gaben die durchführenden Personen an, dass sie eine Vorbesprechung (teilweise) für notwendig halten. Bei den Erprobungen im Anschluss an das Praxissemester war dies allein deswegen nötig, damit die Studierenden in den unterschiedlichen Gruppen ähnliche Inhalte erwarten konnten. Inwiefern abgesehen davon eine Besprechung notwendig gewesen wäre, ist den Evaluationsergebnissen nicht zu entnehmen.

Für alle Erprobungen der Triangulation gilt, dass die Begleitmaterialien noch nicht vollständig entwickelt waren. Die Materialien selbst standen allerdings je nach Entwicklungsstand zur Verfügung. Weiterhin konnten die Erprobenden (mit Ausnahme der Fachseminarleitung) auf die Verlaufspläne zugreifen (s. Abschnitt 5.2.4 und Abschnitt 5.3.1). Eine weitere Erprobung mit Lehramtsstudierenden einer anderen Universität und den vollständig entwickelten Begleitmaterialien war zunächst angedacht, musste aufgrund eines Krankheitsfalls jedoch frühzeitig wieder abgesagt werden. Aus diesem Grund kann anhand der Evaluationen leider nicht festgestellt werden, ob die bereitgestellten Materialien mit ihren Begleitmaterialien ausreichend sind, um das konzipierte Seminar durchführen zu können. Die Ergebnisse lassen jedoch vermuten, dass die Aussichten darauf sehr vielversprechend sind.

Dies geht auch aus den Freitextantworten hervor, die nachfolgend aufgeführt und ausgewertet werden.

Ausgewählte Rückmeldungen („Damit hatte ich oder damit hatten die Teilnehmenden Schwierigkeiten“)

- Selber verschiedene Impulse den Ansätzen zuzuordnen, wobei dies nur bedingt eine Schwierigkeit ist, da Uneindeutigkeit immer dazugehört.
- Beim Impulskatalog die Zuordnung der Beispiele war nicht immer eindeutig möglich, einige Beispiele wurden dann nach dem Ausschlussprinzip zugeordnet und nicht mit Verständnis, bzw. die Zuordnung blieb da auch etwas unbefriedigend. Dafür hätte man sich doch genauer mit dem Impulskatalog beschäftigen müssen.
- Der Impulskatalog ist teilweise zu umfangreich und an manchen Stellen redundant. Vielleicht wären die „Top ten“ hilfreich, sodass man sie realistisch im Alltag erproben kann und sich nicht verzettelt (viel hilft nicht immer viel :-)).
- Der Impulskatalog ist sehr umfangreich und für die Studierenden nicht immer eindeutig. Die Übung der Zuordnung ist gut gewählt, jedoch wären zwei, drei isolierte Beispiele zudem auch gut. Vielleicht mehr „falsche“ Impulse.

Die beiden ersten Rückmeldungen deuten darauf hin, dass die Expertise auf Seiten der Durchführenden noch nicht in dem Maße vorhanden war, dass die Sicherheit der Zuordnung gegeben ist. Gleichzeitig wird in der ersten Rückmeldung ein wichtiger Punkt angesprochen: So wie es nicht den einen, richtigen Impuls gibt, so ist auch die Zuordnung von Impulsen zu den Ansätzen nicht immer eindeutig. Ein Impuls kann mehrere Ansätze verfolgen, und ein Ansatz kann durch verschiedene Impulse zum Ausdruck kommen. Das Zuordnen von Ansätzen zu Impulsen und umgekehrt wird dadurch jedoch nicht weniger wichtig. Auch wenn Uneindeutigkeiten dazugehören, sollten die Zuordnungen begründet vorgenommen werden. Denn dadurch können die Auswirkungen von Impulsen mit der Zeit besser abgeschätzt werden. Es ist verständlich, dass dies anfangs noch Schwierigkeiten bereitet. Wenn langfristig an der Impulsgebung gearbeitet wird, ist zu erwarten, dass die Zuordnungen leichter fallen.

Die letzten beiden Rückmeldungen geben zum Teil wieder, was auch schon von den Teilnehmenden zurückgemeldet wurde: Der Umfang des Impulskatalogs ist zu groß. Wie oben bereits beschrieben, wurde daher ein gekürzter Katalog entwickelt.

In der letzten Rückmeldung wurde bereits richtig angedeutet, dass es ungünstig ist, von „falschen“ Impulsen zu sprechen. Falsche Impulse gibt es ebenso wenig wie richtige Impulse. Gemeint sind wahrscheinlich Impulse, die entweder die Qualitätskriterien wenig erfüllen oder das Ziel des Impulses voraussichtlich nicht erreichen können. Tatsächlich lohnt es sich, auch einmal bewusst schlechte Impulse zu formu-

lieren, um festzustellen, dass in der Regel in jedem Impuls ein Ansatz steckt, der seine Berechtigung haben kann. Welche Übung im Kommentar mit der Zuordnungsübung gemeint ist, kann an dieser Stelle nicht eindeutig geklärt werden, da in den Erprobungen unterschiedliche Zuordnungsübungen eingesetzt wurden. Weiterhin bleibt unklar, was mit einem isolierten Beispiel gemeint ist. Das Material M6 enthält eine Zuordnungsübung sowie ein Beispiel zu Beginn der Übung.

Die Rückmeldungen zu besonders positiven Aspekten der Seminarkonzeption gehen auf verschiedene Bereiche ein. Sie sind insgesamt nicht sehr umfangreich, passen aber zum allgemeinen Umfang der Rückmeldungen. Sie sind der folgenden Auflistung zu entnehmen.

Ausgewählte Rückmeldungen („Das hat mir an der Konzeption des Workshops bzw. den Materialien besonders gut gefallen“)

- Direkte Anwendung der Theorie.
- Die Arbeitsphasen, vor allem die Rollenspiele waren sehr ertragreich.
- Das Thema finde ich sehr spannend und für die Lehrtätigkeit relevant.
- Verschiedene Materialtypen (Texte, Tabellen, Videos, Pinnwände, Learning App). Authentische Situationen, die im Video deutlich wurden. Beispiele für gute Impulse (an mathematische Themen angebunden).

Die Rückmeldungen betonen die Relevanz des Themas und loben die praktischen Übungen als direkte Anwendungen der theoretischen Hintergründe. Außerdem werden die verschiedenen Materialtypen hervorgehoben, die besonders im Falle des Videoeinsatzes authentische Situationen widerspiegeln. Der Abwechslungsreichtum durch die Vielfalt an Materialien wurde in den Evaluationen durch die Teilnehmenden nicht erwähnt. Dies kann jedoch auch daran liegen, dass bei der kurzen Dauer des Seminars oder der Fortbildung eine Vielfalt weniger auffallend ist. Weiterhin werden die Beispiele für gute Impulse gelobt, da sie direkt an mathematische Themen anknüpfen. Der Transfer in die Praxis soll durch sie erleichtert werden. Die letzte Rückmeldung stellt die Arbeitsphasen in den Vordergrund und geht hierbei auf das Rollenspiel ein, das als sehr ertragreich beschrieben wird. Eine genauere Beschreibung des Ertrags bleibt jedoch aus.

Ausgewählte Rückmeldungen („Das hätte ich mir für die Vorbereitung oder Durchführung des Workshops noch gewünscht“)

- Bei den Rollenspielen mehr Zeit oder vorher vereinbaren, wann es beendet wird. In manchen Gruppen war der/die SuS sehr nett und hat die Lehrperson

früh zum Ziel geführt, andere haben die Lehrperson ziemlich „auflaufen“ lassen. Zieltransparenz für die Teilnehmer müsste da vielleicht klarer sein, auch auf den Folien. So waren einige Gruppen dann schnell fertig und andere hätten noch ewig weiter machen können.

Die Problematik des Zeitumfangs für das Rollenspiel wurde an früherer Stelle bereits diskutiert, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird. Die Rückmeldung geht daneben jedoch auch auf die Umsetzung des Rollenspiels durch die Teilnehmenden ein. Einerseits erscheint es sinnvoll, einen engeren Rahmen zu setzen, sodass die Rolleninterpretationen nicht weit auseinandergehen. Andererseits kann gerade auch die Erkenntnis wertvoll sein, dass unterschiedliche Lernende auf denselben Impuls unterschiedlich reagieren können. Das Material wird daher nicht weiter angepasst, sondern auf eine entsprechende Moderation beim Einsatz des Materials verwiesen. Darüber hinaus wird ein entsprechender Kommentar in den Begleitmaterialien ergänzt.

Ausgewählte Rückmeldungen („Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen oder weitere Erfahrungen“)

- Gerade die Arbeitsphasen waren super ergiebig!
- Erfolgreicher Einsatz im Fachseminar mit positiven Rückmeldungen der LAA.

Die erste Rückmeldung im Freitextfeld zu den eigenen Anmerkungen betont erneut den Ertrag der Arbeitsphasen. Darüber hinaus fasst die zweite Rückmeldung die Erprobung im Fachseminar als erfolgreich und mit positiven Rückmeldungen der Teilnehmenden einhergehend zusammen. Diese Rückmeldung ist besonders erfreulich, da sie darauf hindeutet, dass die Materialien auch mit kaum Begleitinformationen einsetzbar sind. Erfahrungen im Bereich der Lehrkräfteaus- und -weiterbildung sind hier jedoch sicherlich von Vorteil.

6.5 Zusammenfassung

Die Seminarkonzeption wurde vielfach und in unterschiedlichen Settings erprobt. Die Erkenntnisse der Teilnehmenden aus den Erprobungen haben interessante Einblicke in die Praxiserfahrungen einzelner Teilnehmenden ermöglicht. Sie ließen bereits erkennen, dass die Teilnehmenden zahlreiche und wertvolle Erfahrungen

sammeln konnten und durch das Seminar viel gelernt haben. Dies zeigte sich auch in den Ergebnissen der Evaluationen.

Dabei ist zu beachten, dass sich der Erfolg einer Fortbildung oder eines Seminars auf vier verschiedenen Ebenen abbilden lässt, die bereits in Kapitel 5 kurz erwähnt wurden: Akzeptanz und Zufriedenheit der Teilnehmenden (1), Erweiterung des Wissens, Stärkung der Motivation, Weiterentwicklung der Überzeugungen (2), Weiterentwicklung des unterrichtlichen Handelns und der Unterrichtsqualität (3) sowie Förderung des Lernens der Schülerinnen und Schüler (4).

Die durchgeführte Evaluation bewegt sich primär auf der ersten Ebene. Allerdings lassen die Antworten aus den Freitextfeldern auch Rückschlüsse auf die Erweiterung des Wissens und der Überzeugungen und damit auf das Erreichen der angestrebten Lernziele zu, sodass die zweite Ebene ebenfalls angerissen wird.

Zwar wurden nicht alle Erprobungen evaluiert, aber die Auswertung der evaluierten Erprobungen hat gezeigt, dass durchweg sehr gute Ergebnisse erzielt werden konnten. Die Evaluationen, die eingegangen sind, scheinen ehrlich und sehr konstruktiv vorgenommen worden zu sein. Insbesondere die Ergebnisse in den Freitextfeldern sind sehr umfangreich und qualitätsvoll ausgefüllt worden, sodass eine gute Grundlage für die Einschätzung des konzipierten Seminars vorliegt. Hierbei ist auffallend, wie hoch die Reflexionskompetenzen der Teilnehmenden ist. Ihre Rückmeldungen zeigen eine intensive und kritische Auseinandersetzung und konnten gut für die Verbesserung der Seminarkonzeption genutzt werden.

Neben sechs eigenen Erprobungen fanden drei Erprobungen durch Dritte statt, die ebenfalls evaluiert wurden. Auch hier zeigen sich insgesamt sehr positive Ergebnisse. Die Mitwirkung an der Seminarkonzeption scheint keine Voraussetzung für seine Durchführung zu sein, sodass das konzipierte Seminar auch von Dritten gehalten werden kann.

Teilweise berichten die durchführenden Personen von inhaltlicher Unsicherheit, so z. B. beim Zuordnen von Impulsen zu Impulsansätzen. Es erfordert also einen gewissen Mut, sich der Thematik dennoch anzunehmen und die Sitzungen zur Impulsgebung mit den Teilnehmenden durchzuführen. Es entsteht dadurch ein gewisser Charakter des gemeinsamen Lernens, weil die Leitung evtl. noch keine tiefgreifende Expertise in diesem Bereich erworben hat. Zum einen erscheint dies jedoch nicht hinderlich für die Lernprozesse der Teilnehmenden. Im Gegenteil kann dies sogar im Sinne des Dialogischen Lernens zu mehr Offenheit gegenüber den Ideen Anderer führen und eine angenehme Arbeitsatmosphäre schaffen. Zum anderen wurden die Begleitmaterialien nach den oben beschriebenen Erprobungen ausgebaut und weiterentwickelt, sodass davon auszugehen ist, dass sie nun eine bessere Unterstützung

bei der Aneignung der Inhalte bieten können. Insbesondere die Lösungen zu den Materialien scheinen dabei hilfreich zu sein.

Insgesamt ergibt sich aus den Erprobungen und Evaluationen ein sehr umfassendes Bild auf die Qualität der Seminarkonzeption, das einen gewinnbringenden Einsatz des Seminars erwarten lässt.

7 Fazit

Zum Abschluss der vorliegenden Arbeit werden die zentralen Inhalte zusammengefasst (Abschnitt 7.1). Es folgt eine Reflexion zur Zielerreichung sowie eine Analyse der Stärken und Schwächen der Arbeit (Abschnitt 7.2). Abschließend macht ein Ausblick weitere Forschungs- und Entwicklungsperspektiven im Bereich der Impulsgebung auf. Er wird durch ein persönliches Fazit ergänzt (Abschnitt 7.3).

7.1 Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Arbeit war das Ziel verbunden, einen theoretischen Rahmen für die Auseinandersetzung mit der Impulsgebung im Mathematikunterricht zu schaffen sowie ein Seminar zu konzipieren, welches Möglichkeiten zur Verbesserung der individuellen Impulsgebung aufzeigt. Weiterhin war die Erprobung der entwickelten Konzepte und zugehörigen Materialien Bestandteil der Arbeit, um die Auswirkungen der Interventionsmaßnahmen abschätzen zu können und daraus Potenziale zur weiteren Verbesserung des Seminars abzuleiten.

Der Bedarf der Auseinandersetzung mit dem Gegenstand der Impulsgebung in der Lehrkräftefortbildung ergibt sich aus der hohen **Relevanz von Impulsen** im Unterricht und der Identifikation der **Impulsgebung als Kernpraktik** von Lehrpersonen. Das große Interesse an der Thematik, das sich in den hohen Teilnehmendenzahlen bei den Angeboten und Vorträgen zur Impulsgebung widerspiegelt, deutet darauf hin, dass sich Lehrpersonen und Fortbildende der Bedeutung dieses Themas bewusst sind und ihr Wissen darüber vertiefen möchten. Dies hat die Entwicklung von Materialien und die Konzeption von Interventionsmaßnahmen maßgeblich vorangetrieben, sodass eine Vielzahl an Ressourcen entstanden ist.

Dazu zählen nicht nur die Unterlagen zum konzipierten Seminar, sondern die **Fundierung der Impulsgebung** insgesamt. Besonders das Konzept des **Dialogischen Lernens** hat diese maßgeblich geprägt, da eine gelungene Impulsgebung stets einen Moment Dialogischen Lernens darstellt. Insgesamt konnten aus dem Konzept des Dialogischen Lernens zahlreiche Anknüpfungspunkte zur theoretischen Fundie-

rung der Impulsgebung abgeleitet werden. Von den Instrumenten des Dialogischen Lernens ist die Rückmeldung besonders hervorzuheben, da sie mit dem Ziel des Auslösens eines neuen Produktionsschwungs bei den Lernenden in weiten Teilen mit einem Impuls vergleichbar ist. Aufgrund der kurzen Interventionsdauer von zwei Seminarsitzungen mit einer zwischenzeitlichen Erprobungsphase bestand die Notwendigkeit des Rückgriffs auf die Metaebene. Das Dialogische Lernen hat hierfür einen guten Rahmen geboten und wurde gleichzeitig durch die vorliegende Arbeit weiter befördert. Es ist zu erwarten, dass der Unterricht automatisch etwas dialogischer wird, wenn Lehrpersonen die in dieser Arbeit vorgestellten Anregungen zur Verbesserung ihrer Impulsgebung beherzigen.

Die Impulsgebung stellt zweifelsohne eine Herausforderung für Lehrpersonen dar. Nicht nur deswegen gehört sie zu einer Aufgabe des lebenslangen Lernens. Ihre Komplexität spiegelt sich zum einen in der hohen Situativität und der Vielfalt an **Einflussfaktoren** wider. Zum anderen wurde eine Reihe von **Voraussetzungen** aufgeführt, die Lehrpersonen erfüllen sollten, um mit höherer Wahrscheinlichkeit gute Impulse zu geben. Neben der fachlichen Sicherheit zählen hierzu die fachdidaktischen Kompetenzen, die Zielklarheit, ein gewisses Repertoire an Impulsansätzen sowie allgemein die Kommunikationskompetenzen.

Für die Arbeit an der Impulsgebung hat es sich bei den Erprobungen bewährt, einzelne **Anknüpfungspunkte** für die Verbesserung der Impulsgebung zu fokussieren. Ein Beispiel hierfür sind die **Qualitätskriterien** von Impulsen. Sie verdeutlichen den hohen Anspruch, der mit der Impulsgebung einhergeht. Es ist jedoch weder realistisch noch notwendig, mit einem Impuls gleichzeitig alle Qualitätskriterien zu bedienen. Die Kriterien sind vielmehr in Verbindung mit den Leitgedanken zur Impulsgebung zu sehen und können für die Reflexion von Impulsen herangezogen werden. Um schnell sichtbare Erfolge zu erzielen und konkrete Anhaltspunkte zur Verbesserung der Impulsgebung zu erhalten, stellt der **Impulskatalog** ein gutes Mittel bereit. Er zeigt zahlreiche Impulsansätze anhand von Beispielimpulsen auf und lässt sich als Inspirationsquelle nutzen. Dank der Zuordnung zu Taxonomiestufen eignet er sich außerdem dafür, den kognitiven Anspruch eines Impulses auf Lernendenseite bewusstzumachen.

Ein weiterer wichtiger Anhaltspunkt für die Arbeit an der Impulsgebung sind die **übergeordneten Lernziele zur Impulsgebung**. Die Teilnahme am konzipierten Seminar allein reicht nicht aus, um diese zu erreichen. Generell kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine Lehrperson sie vollständig erreichen kann. Dennoch bietet das Seminar eine solide Grundlage, um langfristige Lernprozesse in diesem Bereich anzustoßen. Die Einblicke in die Erfahrungen der Teilnehmenden deuten darauf

hin. Das Seminar wurde ursprünglich für den Einsatz im Praxissemester während des Studiums konzipiert, wobei es auch im Referendariat genutzt oder auf Fortbildungen unterschiedlicher Dauer angepasst werden kann. Damit leistet die Arbeit auf theoretischer wie praktischer Ebene einen wertvollen Beitrag zur Lehrkräftebildung.

7.2 Reflexion

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde zum einen für die Impulsgebung im Mathematikunterricht eine sorgfältige und umfangreiche theoretische Fundierung geschaffen. Sie ermöglicht es, eine intensive und zielgerichtete Auseinandersetzung mit der Impulsgebung vorzunehmen und damit auch eine angemessene Basis für Reflexionen zu bereiten. Das erste Hauptziel der Arbeit kann damit als erreicht betrachtet werden. Zum anderen wurde auf dieser theoretischen Grundlage ein Seminar für die Lehrkräftebildung konzipiert und erprobt. Es dient der Weiterentwicklung der Impulsgebung von (angehenden) Lehrpersonen und leistet damit einen Beitrag zu ihrem Professionsaufbau. Das zweite Hauptziel der Arbeit wurde also ebenfalls erreicht.

Um den Grad der Zielerreichung zu reflektieren, werden im Folgenden besondere Grenzen (–) und Stärken (+) der Arbeit aufgezeigt.

Grenzen der Arbeit:

- Die konzipierten Übungen nehmen als Ausgangspunkt oft Beiträge von Lernenden, die bei der Bearbeitung einer Aufgabe einen Fehler begangen haben oder ins Stocken geraten sind. Korrekte Beiträge, die sich inhaltlich noch weiter vertiefen lassen, werden weniger betrachtet. Eine Übertragung auf diese Fälle ist möglich, wird jedoch seltener in den Aufgaben abgebildet.
- Bei der Konzeption des Seminars wurde ein Fokus auf das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen gesetzt, auch wenn dieser nicht explizit in die Überlegungen eingeflossen ist. Die Erprobungen mit anderen Schulformen haben jedoch gezeigt, dass eine Übertragung aufgrund der Unterschiede nicht ohne Weiteres möglich ist. Die Vorgehensweise, die für die theoretische Fundierung vorgenommen wurde, kann jedoch auch für andere Lehrämter angewendet werden.
- Erfahrungsgemäß ist die Impulsgebung für viele Lehrpersonen ein Themenbereich, der bislang selten behandelt wurde. Die Hürde, dieses Fass *auch noch* aufzumachen, könnte daher erhöht sein. Darüber hinaus sind für eine gelingende Impulsgebung viele Voraussetzungen von Seiten der Lehrperson notwendig. Insbesondere benötigt sie ein hohes mathematisches Niveau, um Möglichkeiten

der fachlichen Vertiefung in den Lernendenbeiträgen zu erkennen. Dies kann den Zugang zur Arbeit an der Impulsgebung erschweren.

– Auch wenn in der Arbeit mehrfach auf die hohe Situativität der Impulsgebung hingewiesen wurde, besteht die Gefahr des Eindrucks, dass nach der Teilnahme am Seminar Lehrpersonen in der Lage wären, ausschließlich gute Impulse zu formulieren. Dies ist jedoch allein wegen der vielen Einflussfaktoren nicht zu erwarten und daher auch nicht Ziel der Intervention.

Einige der genannten Schwächen offenbaren, dass eine frühe Auseinandersetzung mit der Impulsgebung anzustreben ist, wie sie auch im Rahmen der Arbeit empfohlen wird. Dadurch können einige Grenzen abgeschwächt werden bzw. es lassen sich die folgenden Stärken der Arbeit besser herausstellen.

Stärken der Arbeit:

+ Vor Beginn des Vorhabens gab es nur wenige Vorarbeiten im Bereich der Impulsgebung. Insbesondere fehlten konkrete Interventionsmaßnahmen. Die Arbeit reagiert damit auf eine Leerstelle, die eine Kernpraktik von Lehrpersonen in den Fokus rückt und sich daher mit einem wichtigen Bereich unterrichtlichen Handelns befasst.
+ Durch die Konzeption des Seminars und der zugehörigen Materialien ist ein Fundus entstanden, der bereits eine gute Ausgangsbasis für eine tiefere Auseinandersetzung bildet und darüber hinaus leicht erweitert werden kann. Die Möglichkeit kleinerer Interventionen (z. B. in Form von zweistündigen Workshops) wurde erfolgreich erprobt. Die Hoffnung ist, damit auf die verschiedenen Bedarfe von Lehrpersonen eingehen zu können.
+ Die ausgewählten Fachinhalte, anhand derer die theoretischen Grundlagen angewendet wurden, umfassen verschiedene Jahrgangsstufen (5/6, 8/9 und 12/13) und Inhaltsfelder (Arithmetik/Algebra und Analysis) bzw. gehen auch auf prozessbezogene Kompetenzen ein (Mathematisieren). Sie legen damit die Vermutung nahe, dass die theoretische Fundierung auf eine ausreichend breite Basis gestellt wurde und eine Übertragung auf andere Jahrgangsstufen, Inhaltsfelder und prozessbezogene Kompetenzen möglich ist.
+ Die Relevanz der Auseinandersetzung mit der Impulsgebung wird anhand der durchweg hohen Teilnehmendenzahlen, wie sie in Workshops und Vorträgen zu diesem Thema erlebt wurden, bekräftigt. Die positiven Evaluationsergebnisse betonen die Zufriedenheit der Teilnehmenden.
+ Die Erkenntnisse und Rückmeldungen der Teilnehmenden zu den Erprobungen deuten darauf hin, dass mithilfe der konzipierten Materialien ein wichtiger Schritt bei der Arbeit an der Impulsgebung ausgelöst werden kann.

Mit Blick auf die Stärken und Schwächen kann abschließend festgehalten werden, dass die Arbeit einen wichtigen Beitrag zur Erfassung eines weiteren Stücks Mathematikdidaktik leistet. Eine Weiterentwicklung der theoretischen Fundierung der Impulsgebung ist sicherlich möglich und ein Ausbau an Angeboten für Interventionsmaßnahmen scheint sinnvoll. Angesichts der zentralen Bedeutung von Impulsen für den Mathematikunterricht ist zu wünschen, dass weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Impulsgebung vorgenommen werden. Im folgenden Ausblick werden dazu verschiedene Ansatzpunkte vorgestellt.

7.3 Ausblick

In dieser Arbeit wurde mehrfach betont, dass eine abschließende Auseinandersetzung mit der Impulsgebung weder angestrebt noch vollständig ermöglicht wird. Um den umfassenden Themenbereich der Impulsgebung einzugrenzen, wurden gezielt Einschränkungen vorgenommen. Dadurch ergeben sich verschiedene Ansatzpunkte für weiterführende Forschungen. Insbesondere könnten zukünftige Arbeiten empirische Untersuchungen ergänzen. Im Folgenden werden ein paar zentrale Denkrichtungen skizziert:

- Inwiefern wirkt sich die Impulsgebung auf die Redeanteile der Lehrenden und Lernenden aus. Die Rückmeldungen zum Seminar deuten darauf hin, dass die Redeanteile der Lernenden mit Impulsen erhöht werden können. Durch welche Impulse kann dies konkret gelingen?
- Die vorwiegende Arbeit betrachtet überwiegend Situationen, in denen eine mündliche Impulsgebung stattfindet. Welche Rolle spielt der Unterschied zwischen mündlichen und schriftlichen Impulsen?
- Die unterschiedlichen Phasen einer Unterrichtsstunde wurden bisher nicht systematisch in Bezug zur Impulsgebung gesetzt. Welchen Einfluss haben sie auf Impulse?

Darüber hinaus ließen sich zahlreiche weitere spannende Fragen formulieren. Dennoch wurden mit der vorliegenden Arbeit bereits einige zentrale Aspekte näher beleuchtet.

Zum Abschluss soll den Lesenden ein Impuls in Form eines Zitates mitgegeben werden, das für die eigene Arbeit an der Impulsgebung inspirierend sein könnte. Es handelt sich um ein Zitat, das Konfuzius (551-479 v. Chr.) zugeschrieben wird:

Erzähle mir, und ich vergesse.
Zeige mir, und ich erinnere.
Lass es mich selbst tun, und ich verstehe.

Der letzte Satz erinnert stark an das Qualitätskriterium der Produktion. Vielleicht dient das Zitat der einen oder anderen Lehrperson als Leitgedanke bei ihrer Impulsgebung.

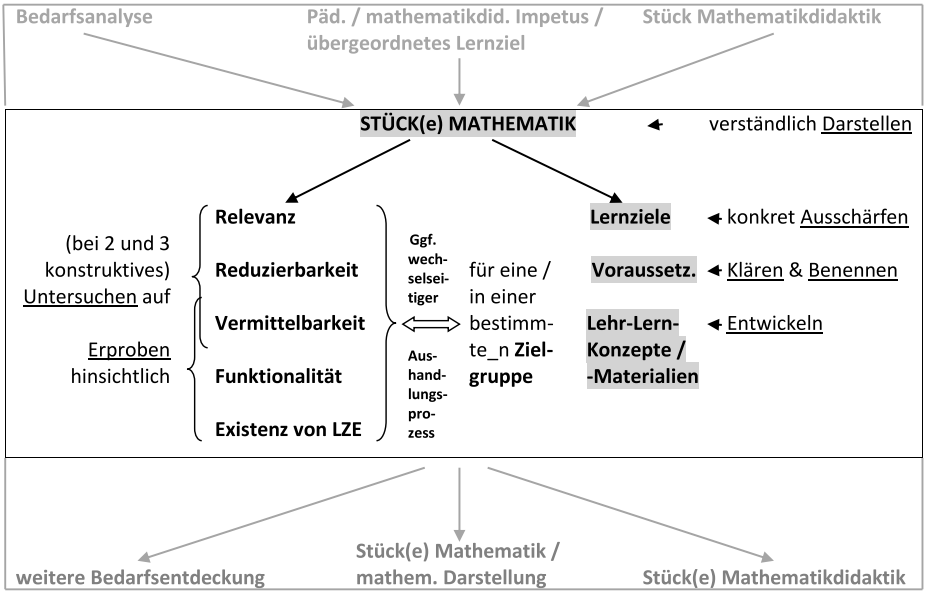
Anhang

Methodik der Aachener Mathematikdidaktik

A

Johanna Heitzer • LuF Didaktik der Mathematik • RWTH Aachen • Aachen, 2014, l.e. Version 2020

ARBEITSWEISE UND METHODIK DES LEHR- UND FORSCHUNGSGEBIETS



Bemerkungen:

- Der innere Kern ist gemeinsamer, bis dato obligatorischer, und zeitlich wie seitenmäßig umfangreichster Teil unserer Arbeiten. Der erweiterte Bereich kann Ausgangspunkt sein bzw. sich ergeben, muss aber nicht.
- Sowohl der innere Kern als auch der erweiterte Bereich können – ggf. in Teilen – mehrmals durchlaufen werden.
- Die unverzichtbarsten Tätigkeiten (man könnte auch sagen: Kernkompetenzen) unserer Arbeit sind unterstrichen bzw. stecken vermittels der konstruktiven Untersuchung in genannten Eigenschaften (nämlich noch Reduzieren und Vermitteln).
- Es gibt weitere wichtige Begriffe und damit verbundene Tätigkeiten, die hier nicht explizit Niederschlag gefunden haben. Dazu gehören insbs. Elementarisierbarkeit und (Re)konstruierbarkeit durch die Lernenden, die irgenwo zu/zwischen Reduzierbarkeit und Vermittelbarkeit gehören (also als Tätigkeit für uns noch: Elementarisieren). In den Bereich Red. und Verm. gehört auch das Identifizieren tragfähiger Grundvorstellungen und geeigner Aneignungshandlungen (zT auch: Erkenntnismethoden).
- Die hinterlegten Elemente sind die der Öffentlichkeit bzw. jedenfalls der Zielgruppe zugänglich gemachten Produkte, die anderen fettgedruckten Elemente sind Gegenstand der mathematikdidaktischen Hintergrundarbeit und führen ebenfalls zu (Teil-)Kapiteln der Dissertation.
- Wenn (werdende) Lehrkräfte die Zielgruppe bilden, kann (bzw. können) auch das Stück (bzw. die Stücke) Mathematikdidaktik Gegenstand des öffentlich zugänglich gemachten Produktteils sein.

- Das Stück (bzw. die Stücke) Mathematik wird (bzw. werden) auf zwei Niveaus dargestellt, nämlich erstens für die Zielgruppe und zweitens für die Leserschaft der Dissertation. (Dabei darf geschaut werden, ob und wie weit Redundanzen vermeidbar sind. Ggf. enthält der fachliche Teil für die Leser nur diejenigen Inhalte, die nicht eins-zu-eins als Kern und Sicherungsteil des entwickelten Vermittlungsmaterials auftauchen. Allerdings geht m.E. Lesbarkeit vor, weswegen auch reine Copy-Paste-Abschnitte mit entspr. Hinweis zu Kapitelbeginn sinnvoll sein können.)
- Hier nicht sichtbar gemacht, aber dennoch existent und wichtig sind gemeinsame didaktische Leitlinien / Prinzipien unserer Arbeit (deren Katalog ggf. auch durch die Investitionen erweitert werden kann). Aus meiner Sicht allen voran Klarheit und Deutlichkeit.

Literatur / Bezugspersonen:

Altrichter, H., Posch, P., (2007): Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
Bigalke, H. (1999): Was heißt und zu welchem Ende studiert man Mathematikdidaktik?. In: *JMD* 20, S. 56–61.
Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B., Weigand, H.-G. (2015): Handbuch der Mathematikdidaktik, Teil V. Springer Spektrum.
Freudenthal, H. (1984): Vorrede zu einer Wissenschaft vom Mathematikunterricht. Oldenbourg, Berlin.
Hefendehl-Hebeker, L. (2003): Didaktik der Mathematik als Wissenschaft – Aufgaben, Chancen, Profile. In: DMV Jahresbericht, Band 105, Heft 1j2003, S. 3-29.
Kattmann, U., u.a. (1997): Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – ein Modell für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3(3), S. 3-18.
Lambert, A. (2014): Teilprozesse der stoffdidaktischen Methode – Die *n* mal fünf Schritte mathematikdidaktischer Analyse und Synthese. In: GDM-Mitteilungen 96, Umschlagseite 3.
Prediger, S., u.a. (2012): Fachdidaktische Entwicklungsforschung. Nach:
www.funken.tu-dortmund.de/cms/de/Gforschung/entwicklungsforschung.html
Schwank, I.: Kognitive Mathematik. Nach:
www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/cognitive_mathematics/schwank_inge
Winter, H. (1986): Was heißt und zu welchem Ende studiert man Mathematikdidaktik? In: H. Schanze (Hrsg.): Lehrerbildung in Aachen – Geschichte, Entwicklungen, Perspektiven. Pädagogische Hochschule Aachen, S. 174-194
Wittmann. E. Ch. (1992): Mathematikdidaktik als *design science*. In: JMD März 1992, Vol. 13, Iss. 1, S. 55-70.

Bedarfsanalyse

B

B.1 Umfragebogen

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Sehr geehrte Teilnehmende,

die folgende Umfrage ist völlig anonym. Sie besteht aus zwei Teilen und wird in etwa 20 Minuten in Anspruch nehmen. Ziel ist es, mehr über die Bedarfe von Lehramtsstudierenden, Referendar*innen und Lehrpersonen mit wenig Berufserfahrung herauszufinden, um die Lehramtsausbildung (an der RWTH) für das Fach Mathematik zu verbessern.

Wenn Sie an den Ergebnissen der Umfrage interessiert sind, kontaktieren Sie mich bitte unter melanie.ansteeg@matha.rwth-aachen.de.

Ich möchte mich bereits vorab für Ihre Teilnahme herzlich bedanken.

Mit freundlichen Grüßen
Melanie Ansteeg

Persönliche Angaben

Beruf[1]:	☐ Student/in (☐ Bachelor ☐ Master) ☐ Referendar/in ☐ Lehrkraft [1]Wenn Sie während des Studiums als Vertretungslehrkraft arbeiten, kreuzen Sie bitte nur „Student/in“ an.
Universität(en)[2]:	☐ RWTH Aachen ☐ Andere: _____ [2]Falls Sie „Andere“ ankreuzen, geben Sie bitte die Universität(en) und ggf. den Abschluss an.
Zweitfach:	_____
Lehrerfahrung[3]:	_____ Jahr(e) [3]Hiermit ist ausschließlich die Lehrtätigkeit an einer regulären Schule gemeint. Nachhilfestunden zählen nicht dazu.

TEIL A

Sie sehen im Folgenden drei Schülerbeiträge. Notieren Sie Ihre spontanen Eindrücke aus der Sicht einer Lehrperson (z.B. Gedanken, konkrete Fragen, eine Beschreibung des allgemeinen Vorgehens, etc.). Notieren Sie außerdem (gerne wörtlich), wie Sie gegenüber dem Schüler jeweils reagieren würden.

a)

4 Gib in der Einheit an, die in der Klammer steht.

a) 5,38 m (km)

5,38 m = 5380 km

Spontane Eindrücke:

Ideen für eine Reaktion an den Schüler:

b)

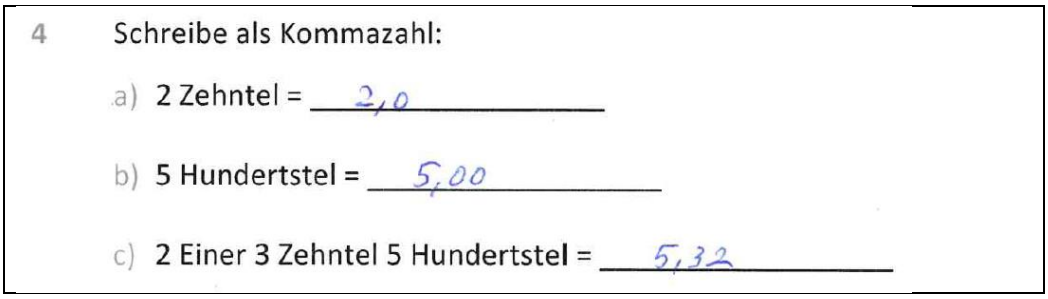
8 Berechne.

a) 2,76 m + 4,5 m = 6,81 m

Spontane Eindrücke:

Ideen für eine Reaktion an den Schüler:

c)



4 Schreibe als Kommazahl:

a) 2 Zehntel = 2,0

b) 5 Hundertstel = 5,00

c) 2 Einer 3 Zehntel 5 Hundertstel = 5,32

Sebastian (zu a): Weil Zehntel ist ja immer eine Null.

Sebastian (zu b): Hier ist Hundert, da sind zwei Nullen. Und da hab' ich dann auch wieder die Fünf davor gemacht.

Sebastian (zu c): Bei fünf Hundertstel wären da wieder zwei Nullen, aber der Einer ist hier erst da hinten (zeigt auf die letzte Stelle bei seiner Lösung), und Zehntel wär' dann die Null (zeigt auf die Stelle davor).

Spontane Eindrücke:

Ideen für eine Reaktion an den Schüler:

TEIL B

Reflektieren Sie anhand der folgenden Fragen Ihre Antworten aus Teil A.

a) Es fällt mir leicht, Fehler zu erkennen.			
☐ Trifft zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft nicht zu

b) Es fällt mir leicht, Impulse für SuS zu formulieren, die sie kognitiv anregen.			
☐ Trifft zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft nicht zu

c) Wenn SuS etwas **nicht** verstanden haben, fällt es mir leichter, die Inhalte selbst zu erklären, als einen Impuls zum Weiterdenken zu geben.			
☐ Trifft zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft nicht zu

d) Es fällt mir leichter, Fehler zu benennen als das Verstandene hervorzuheben.			
☐ Trifft zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft nicht zu

e) Es fällt mir leicht, fachbezogene Ursachen für Fehlverständnisse zu erkennen.			
☐ Trifft zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft nicht zu

f) Es fällt mir leicht, einen zur Schüleräußerung passenden Impuls zu setzen, der weder über- noch unterfordert.			
☐ Trifft zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft nicht zu

Sonstige Anmerkungen:

B.2 Auswertung

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Rahmenbedingungen der Umfrage

Im Rahmen einer vom Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik der RWTH Aachen durchgeführten Umfrage wurden 70 (angehende) Lehrkräfte anonym befragt. Ziel war es, mehr über die Bedarfe von Lehramtsstudierenden, Referendar*innen und Lehrpersonen mit wenig Berufserfahrung herauszufinden, um die Lehramtsausbildung (an der RWTH) für das Fach Mathematik zu verbessern. In der Umfrage wurden zunächst persönliche Daten erhoben. Die Befragten sollten angeben, wie ihr Ausbildungsstand ist (Student/in BA/MA; Referendar/in, Lehrkraft), an welcher Universität sie studieren bzw. ihren Abschluss erlangt haben, welches ihr Zweitfach ist und wie viele Jahre Lehrerfahrung sie mitbringen. Aus diesen Angaben sollten Verbindungen zu den beiden sich anschließenden Teilen A und B ermöglicht werden. Teil A bestand aus drei Schülerbeiträgen (a, b und c). Die Aufgabe war es, spontane Eindrücke aus Sicht einer Lehrperson (z. B. Gedanken, konkrete Frage, eine Beschreibung des allgemeinen Vorgehens, etc.) zu notieren sowie Ideen einer (wörtlichen) Reaktion an den Schüler aufzuschreiben.
In Teil B sollten die befragten Personen sich selbst und ihre Antworten aus Teil A anhand von sechs Fragen (a-f) auf einer Likert-Skala (Trifft zu, Trifft eher zu, Trifft eher nicht zu, Trifft nicht zu) reflektieren. Abschließend bestand die Möglichkeit zu sonstigen Anmerkungen.

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Inhalt

1. **Auswertung: Persönliche Angaben -** *Seite 3*
2. **Auswertung: Teil A -** *Seite 7*
3. **Auswertung: Teil B -** *Seite 13*
4. **Fazit -** *Seite 16*

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Persönliche Angaben

Von den insgesamt 70 befragten Personen sind 37 Personen (52,9%) Student/innen, 32 Personen (45,7%) Referendar/innen und eine Person (1,4%) Lehrkraft (LiA, Seiteneinsteiger/in) von Beruf.

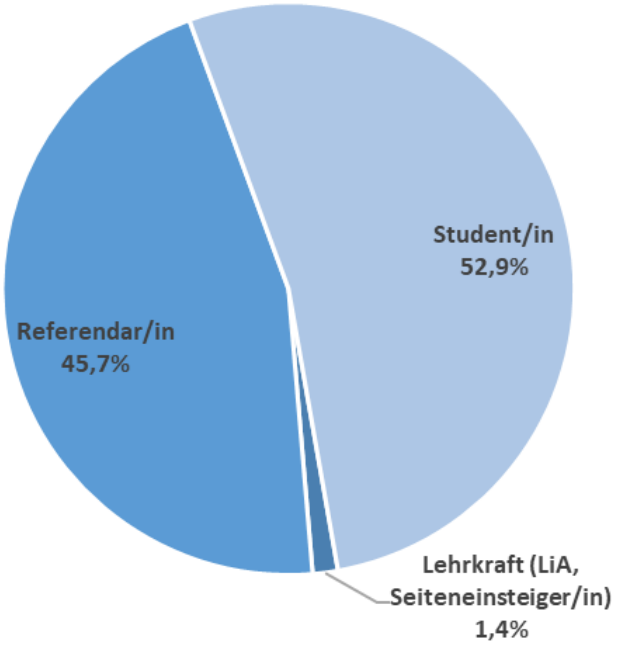


Abbildung 1: Angegebene Berufe

3

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Persönliche Angaben

Die überwiegende Mehrheit der Befragten (78,6%) nannte die RWTH Aachen als Universität, an der sie studiert hat. Dies verwundert nicht, da unter den Studierenden ausschließlich solche der RWTH befragt wurden. Von den befragten Referendar/innen bzw. Lehrkräften haben 25,7% ihren Abschluss an der RWTH Aachen gemacht. Vier Personen (5,7%) haben an der Universität zu Köln studiert. Jeweils zwei Personen gaben die Bergische Universität Wuppertal und die Westfälische Wilhelms-Universität Münster an. Von den restlichen sieben Personen (10%) wurden weitere Universitäten angegeben.

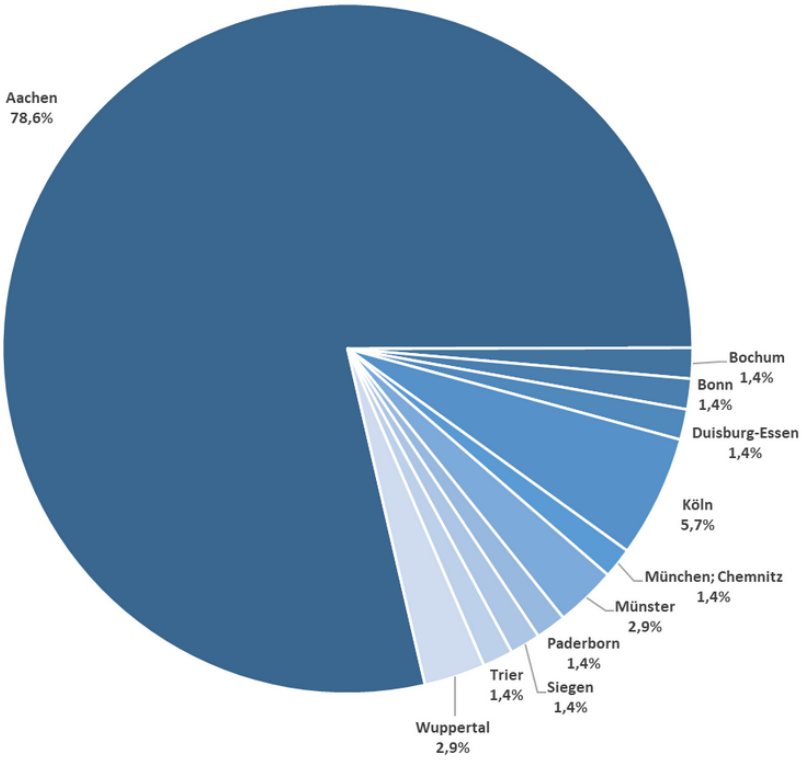


Abbildung 2: Stadt des Universitätsabschlusses

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Persönliche Angaben

Die meisten Befragten haben als Zweitfach Physik (24,3%), gefolgt von Informatik (18,6%) und Deutsch (14,3%). Die am wenigsten angegebenen Zweitfächer, die jeweils nur von einer Person angegeben wurden, sind Musik, Französisch, Latein, Technik, kath. Religion und Kunst.

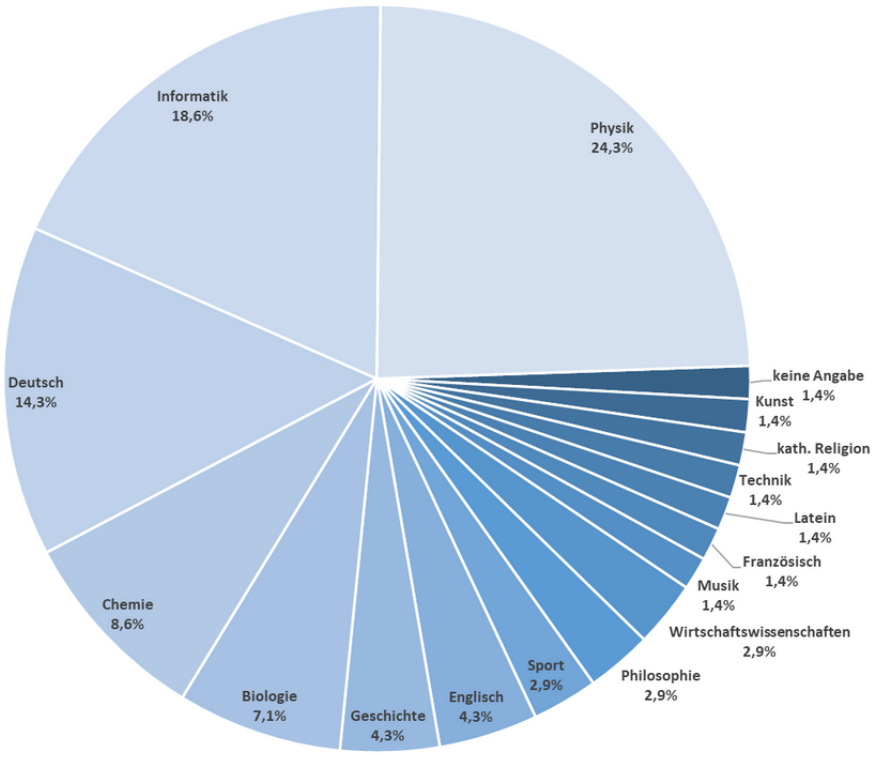


Abbildung 3: Studiertes Zweitfach

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Persönliche Angaben

Der Auswahl entsprechend verfügen die meisten befragten Personen über keine Lehrerfahrung (41,4%). Zwölf Personen (17,1%) gaben an, dass sie über ein halbes Jahr Lehrerfahrung verfügen und 16 Personen (22,9%) haben bereits ein Jahr Lehrerfahrung gesammelt. Nur fünf Personen (7,1%) gaben an, dass sie 1,5 Jahre Lehrerfahrung haben und jeweils zwei Befragte (2,9%) gaben an, dass sie zwei bzw. drei Jahre Lehrerfahrung haben. 4 Personen (5,7%) machten keine Angabe zu ihrer Lehrerfahrung.

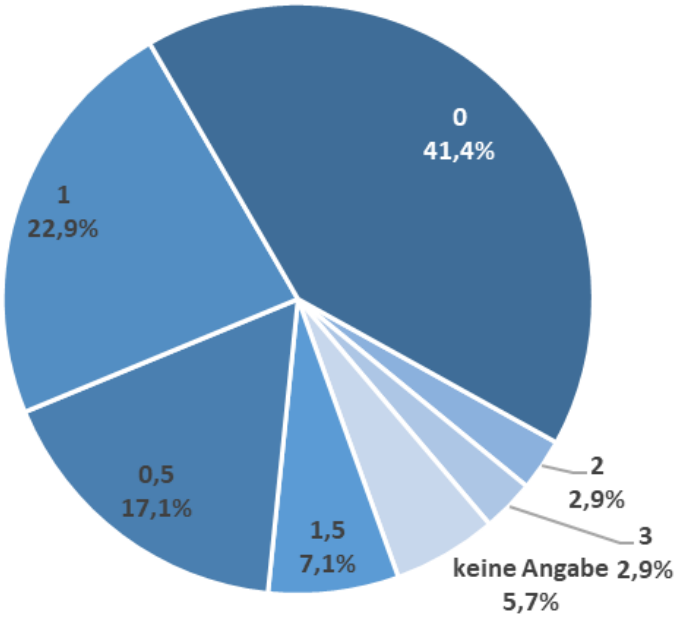


Abbildung 4: Vorhandene Lehrerfahrung in Jahren

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

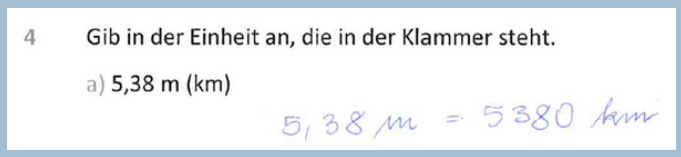
Auswertung

Teil A

Schülerbeitrag A

Für die Auswertung von Teil A wurden die wörtlich formulierten Ideen für eine Reaktion an den Schüler zunächst eingeordnet in die Kategorien *Aufforderung*, *Frage*, *Aussage*, *Verweise auf bestimmtes Material* und *Erklärung*. Anschließend wurden die verfolgten Ansätze und die erkannten Fehlerursachen zusammengefasst und ebenfalls kategorisiert.

A



Die häufigsten Reaktionen an den Schüler sind in der Kategorie „Frage“ zu verordnen (z.B.: „Wie lautet der Umrechnungsfaktor?; Kann deine Rechnung denn stimmen?; Muss die Zahl kleiner oder größer werden, wenn du von m in km umrechnest?“). Aufforderungen (z.B.: „Beschreibe, was du berechnen musst; Bestimme die größere Einheit, Überlege noch einmal“), Aussagen (z.B.: „Du hast den richtigen Umrechnungsfaktor benutzt.; Du hast leider die Regel vertauscht“) und Erklärungen (z.B.: ,,Wenn man aber von der kleineren in die größere Einheit umwandeln soll, muss man durch 1000 dividieren und nicht mit 1000 multiplizieren. Die Maßzahl wird also kleiner!“) wurden ungefähr gleich häufig genutzt.

Anhand der Ideen für eine Reaktion an den Schüler konnten die verwendeten Impulsansätze kategorisiert werden. Die gebildeten Kategorien lauten hierbei: *Verweis auf Umrechnungsfaktor*, *Realitätsbezug*, *Einheiten*, *Regelkenntnis*, *Rechenweg*, *Provokante Nachfrage*, *Kommaverschiebung* sowie *1km = 1000m*. Beispiele von Ideen für Reaktionen an den Schüler zu den jeweiligen Kategorien sind in der folgenden Tabelle zu finden.

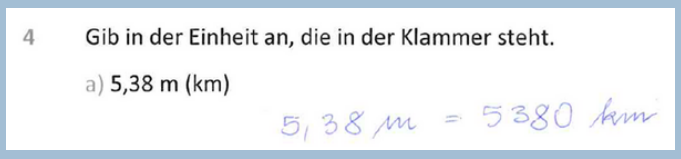
Ansatz	Beispiele
Verweis auf Umrechnungsfaktor	• Wie lautete der Umrechnungsfaktor? • Du hast den richtigen Umrechnungsfaktor genutzt. • Du hast bereits richtig erkannt, dass unsere Umrechnungszahl von m in km 1000 ist.
Realitätsbezug	• Überlege noch einmal wie viele Meter du gehen musst, damit du einen Kilometer schaffst • Was ist 5 m und was ist 5000 km groß? • Lauf mal ca. 5 m in der Klasse ab.
Einheit	• Bestimme die größere Einheit • Sagen, dass km eine größere Einheit ist • Was ist denn die größere Einheit? Meter oder Kilometer?“ • Deine Gedanken gehen in die richtige Richtung, aber leider hast du die Einheiten verwechselt!
Regel: Umrechnen in kleinere Einheit → Maßzahl wird größer/ Umrechnung in größere Einheit → Maßzahl wird kleiner	• Du hast leider die Regel vertauscht. Die einer Umwandlung in die nächstgrößere Einheit muss das Ergebnis doch größer und nicht kleiner werden (Falsch) • Wenn man aber von der kleineren in die größere Einheit umwandeln soll, muss man durch 1000 dividieren und nicht mit 1000 multiplizieren. Die Maßzahl wird also kleiner! • Wenn die Maßeinheit größer wird muss die Maßzahl kleiner werden
Rechenweg	• Du müsstest :1000 rechnen und nicht *1000
Provokante Nachfrage	• Kann deine Rechnung denn stimmen? • „Was ist größer?/länger? 1m oder 1km? • Denke nochmal scharf nach, was größer ist, Meter oder Kilometer • können fünf Meter 5380 km entsprechen? • Sind 5380 km wirklich genauso viel wie 5,38 Meter?
Kommaverschiebung	• In welche Richtung wurde Komma verschoben, und in welche Richtung müsste es? • Erinnerst du dich an die Kommaverschiebung bei der Division mit 1000?
Bekanntes abrufen: 1km = 1000m	• Denk daran, dass die km Zahl kleiner sein muss als die m Zahl, da 1 km =^= 1000 m • Wie viele Meter wird ein Kilometer • Überleg nochmal wie ist das Verhältnis von m zu km

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Teil A

Schülerbeitrag A



Außerdem wurden mit den Formulierungen der Ideen für eine Reaktion an den Schüler die von den Befragten erkannten Fehlerursachen kategorisiert. Dabei wurden die Kategorien *Aufgabenstellung*, *Falsche Umwandlung der Einheit*, *Regel "falschherum" angewandt*, *Komma falsch verschoben*, *Nullen*, *Rechenart*, *Falsche Umformung*, *Zehnerpotenzen*, *Reflexion*, *Längeneinheit unklar*, *Fehlvorstellung und Flüchtigkeitsfehler* aufgestellt. Beispiele für Formulierungen der Befragten zu den jeweiligen Kategorien sind in der untenstehenden Tabelle zu finden.

Erkannte Fehlerursache	Beispiel
Aufgabenstellung	• Aufgabenstellung kann für einige S*S schwierig sein, um nachzuvollziehen, was von ihr/ihm gefordert wird • Ungünstige Wahl der Zahl • Kilometerzahl war ja auch „zu klein" um plausibel zu sein • 5,38 m = 0,00538 km ist kognitiv mit hoher Last verbunden
Falsche Umwandlung der Einheit	• Richtiger Umrechnungsfaktor wurde genutzt, aber die Umrechnung ist falsch, da wahrscheinlich kleine und größere Längeneinheit falsch bestimmt wurden • Oft gibt es bei Umwandlungen von Einheiten Probleme • Von km in m umgewandelt, statt andersrum
Regel „falschherum" angewandt	• Deutliche Überbetonung der Regel von km in m *1000 rechnen • Vertauschen der Rechenoperation: mal 1000 statt durch 1000 • Sch. Hat Umrechnungsfaktor 1000 gedacht (gut!) aber in die falsche Richtung angewandt
Komma falsch verschoben	• Kommaverschiebung in die falsche Richtung, richtig um 3 Stellen • Komma falsch verschoben • Der/die Schüler/-in weiß noch nicht, wie mit Kommata umgegangen werden muss
Nullen	• Verwechslung: Wann Nullen dranhängen, wann wegnehmen? • Tabelle mit Nullen
Rechenart	• Division/ Multiplikation verwechselt • Einfach x1000 gerechnet
Falsche Umformung	• Falsche Umformung
Zehnerpotenzen	• Wiederholen von Zehnerpotenzen
Reflexion	• Fehlende Reflexion über Sinnhaftigkeit des Ergebnisses (→ Vorstellung von 5m vs. 5000km) • Kein Gefühl für Längeneinheiten oder nicht über Ergebnis nachgedacht (Antwortsatz oder Realbezug könnte zweiteres bestärken)
Längeneinheiten unklar	• Einheit nicht erkannt • Unklar, was km sind bzw. wie km im Verhältnis zu m stehen
Fehlvorstellung	• Entweder Fehler in der „Ordnung" → „Fehlvorstellung" • oben potenzielle Fehlvorstellung „Einheit wird „größer" → Zahl wird „größer"
Flüchtigkeitsfehler	• Flüchtigkeitsfehler → Nicht weiter wichtig • Evtl. Flüchtigkeitsfehler („1000" als Faktor, falsche Richtung)

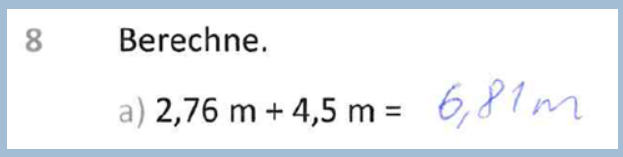
Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

B

Auswertung

Teil A

Schülerbeitrag B



Die häufigsten Reaktionen an den Schüler kann man der Kategorie „Aufforderung“ zuteilen (z.B.: „Berechne das Ergebnis schriftlich und achte auf das ordentliche untereinander Aufschreiben der Zahlen; Wandle die Zahlen in Centimeter um und addiere sie.“). Als zweit häufigste Reaktionsform wurden Fragen (z.B.: „Wo stehen nochmal die Zehntel und Hundertstel?“) und Aussagen (z.B.: „Beim Addieren von Dezimalzahlen musst du darauf achten, dass du das lieber schriftlich machst, damit dir keine Fehler unterlaufen“) gewählt. Weniger häufig wurden Erklärungen als Idee für eine Reaktion an den Schüler gewählt (z.B.: „Wenn du Dezimalzahlen addieren etc. sollst, hilft es, sie in die kleinere Einheit umzuwandeln, um dem Komma als Fehlerquelle zu entgehen“). Lediglich drei Mal wurde auf ein bestimmtes Material – in dem Fall immer die Stellenwerttafel – verwiesen (z.B.: Schreibe dir zum besseren Verständnis zunächst die Aufgaben in eine Stellenwerttabelle“).
Anhand der Ideen für eine Reaktion an den Schüler konnten die verwendeten Impulsansätze kategorisiert werden. Die gebildeten Kategorien lauten hierbei: *Schriftliche Addition, Ordentliches Aufschreiben, Stellenwert, Umwandeln in kleinere Einheit, Kontrolle mit dem Taschenrechner, Einheiten, Realitätsbezug, Gemeinsames Durchrechnen, Nullen ergänzen, Abschätzen und Umkehraufgabe*. Beispiele von Ideen für Reaktionen an den Schüler zu den jeweiligen Kategorien sind in der folgenden Tabelle zu finden.

Ansatz	Beispiele
Schriftliche Addition	- Berechne das Ergebnis schriftlich und achte auf das ordentliche untereinander Aufschreiben der Zahlen - Beim Addieren von Dezimalzahlen musst du darauf achten, dass du das lieber schriftlich machst, damit dir keine Fehler unterlaufen - Die 0,5 bei 4,5 hast du leider als 0,05 aufgefasst, wenn du es schriftlich rechnest, erkennst du, dass es 76+50 ist und nicht 76+5
Ordentliches Aufschreiben	- Vielleicht fällt es dir leichter die Zahlen zu addieren, wenn du sie so untereinander schreibst das die Kommas untereinanderstehen - Achte dabei: Komma unter Komma, Zähler unter Zähler, Einer unter Einer
Stellenwert	- Wo stehen nochmal die Zehntel und Hundertstel - Schaue dir die Rechnung noch mal mit einer Stellenwerttafel an - an Schreibweise mit „Ganzen“, „Zehntel“, ... denken
Umwandeln in kleinere Einheit	- Dir ist leider ein kleiner Fehler unterlaufen, der aber vielen SuS passieren kann. Wenn du Dezimalzahlen addieren etc. sollst, hilft es, sie in die kleinere Einheit umzuwandeln, um dem Komma als Fehlerquelle zu entgehen.“ - Multipliziere jeden Summanden mit 10. Kommt 68,1m raus?
Kontrolle mit dem Taschenrechner	- Schaue dir nochmal genau an, wie du die Nachkommastellen addiert hast. Wenn du dir nicht sicher bist, überprüfe mach mit dem Taschenrechner - TR zurate ziehen
Einheiten	- Addition von Einheiten verhält sich genauso wie die Add. von zahlen. Bitte schau nochmal über das Ergebnis
Realitätsbezug	- Sind das nicht mehr als 7 Meter?“ Wo kommen die 0,19 m her?“ - Die SuS die Strecken abgehen/ aufzeichnen oder Lineal etc. betrachten lassen
Gemeinsames Durchrechnen	- 0,76 und 0,5 kann man bei deiner Idee betrachten als 0,76 und 0,5 oder 76 und 50 → versuch es mit diesem Ansatz erneut - erstmal 2+4, das sind 6, und dann 75+5, das sind 81 ... Aber Achtung: die beiden Zahlen haben nicht gleich viele Kommastellen. Da müssen wir besonders aufpassen!“
Nullen ergänzen	- Ergänze mit 0en, oder zähle Nachkommastellen von links nach rechts - Ggf. mit Nullen auffüllen lassen - Füge so viele Nullen an, dass Nachkommastellen gleich lang
Abschätzen	- Abschätzen 2,5 + 4,5 =7, also muss 2,76+4,5 >= 7 sein - Überschlag
Umkehraufgabe	- Mit was müsste man 2,76 addieren, damit 6,81 rauskommt?

9

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

B

Auswertung

Teil A

Schülerbeitrag B

8 Berechne.

a) 2,76 m + 4,5 m = 6,81 m

Außerdem wurden mit den Formulierungen der Ideen für eine Reaktion an den Schüler die von den Befragten erkannten Fehlerursachen kategorisiert. Dabei wurden die Kategorien *Flüchtigkeitsfehler*, *Kopfrechenfehler*, *Komma*, *Falsche Addition der Stellen*, *Schriftliches Addieren*, *Dezimalzahlen*, *Rechenregel*, *Nachkommastellen falsch betrachtet*, *Sprechweise und Stellenwerte unklar* aufgestellt. Beispiele für Formulierungen der Befragten zu den jeweiligen Kategorien sind in der untenstehenden Tabelle zu finden.

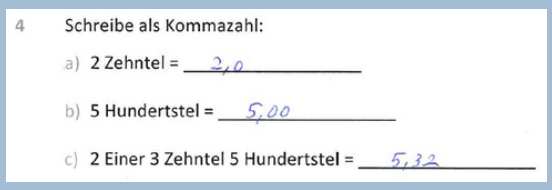
Erkannte Fehlerursache	Beispiele
Flüchtigkeitsfehler	- Flüchtigkeitsfehler - Typischer Flüchtigkeits-/ Rechenfehler - Evtl. nur ein Flüchtigkeitsfehler, Verständnis vielleicht da.
Kopfrechenfehler	- Wurde schriftlich oder im Kopf gerechnet? → WDH des schriftlichen Rechnens - Kein Problem beim Kopfrechnen an sich
Komma	- Keine Beachtung des Kommas - Eine Nachkommastelle zu viel gedacht oder sogar Kommarechnung nicht ganz verstanden - Erweiterung von Kommazahlen
Falsche Addition der Stellen	- Addition der einzelnen Stellen von links nach rechts - Unsicherheiten bzgl. Stellenwert(-tafel) der Ziffern hinter dem Komma → Zahlen vor dem Komma separat addiert (2+4=6) und Ziffern hinterm Komma einzeln (76+5=81) - Einer und Dezimalstellen separat addiert und dabei Stellen vertauscht (5 als Hundertstel, nicht als Zehntel)
Schriftliches Addieren	- Schriftliches Addieren muss wiederholt werden, vor allem schriftliches Addieren von Dezimalzahlen - Das schriftliche Addieren mit Übertrag wurde nicht richtig angewandt - Übertrag subtrahiert statt addiert
Dezimalzahlen	- Verständnis von Dezimalzahlen wiederholen → 0,5 =/= 0,05 - Dezimalzahlen nicht richtig verstanden - Problem bei Addition von Dezimalzahlen
Rechenregel	- Falsches Anwenden von Rechengesetzten und Größen - Vor und nach Komma getrennt addiert - S hat evtl. Vorkommastellen & Nachkommastellen getrennt voneinander berechnet (addiert) & dann 5+76 gerechnet
Nachkommastellen falsch betrachtet	- Nichtbeachtung der Anzahl/ Positionen der Nachkommastellen - 4,5 hat eine Stelle hinterm Komma, die passt dann zu der letzten Stelle der anderen Zahl. Stimmt ja auch – solange beide Zahlen gleich viele Nachkommastellen haben. - Um eine Stelle hinter dem Komma vertan, ggf. Flüchtigkeitsfehler. 4,5 = 4,50 meist nicht präsent
Sprechweise	- Häufige Sprechweise im Alltag „Zwei Komma sechsundsiebzig" fördert dies
Stellenwerte unklar	- Zehntel/ Hundertstel-Stelle unklar - Verständnisproblem Zehntel/Hundertstel - S. hat Unterschied zw. Zehntel & Hundertstel nicht verstanden bzw. nicht verstanden, dass bei 4,5 der 5, 5 Zehntel ist, also 50 Hundertstel

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Teil A

Schülerbeitrag C


4 Schreibe als Kommazahl:

a) 2 Zehntel = 2,0

b) 5 Hundertstel = 5,00

c) 2 Einer 3 Zehntel 5 Hundertstel = 5,32

Die meistgenutzte Reaktion an den Schüler entstammt der Kategorie „Frage“ (z.B.: „Woher kennst du die Begriffe Zehntel und Hundertstel?; Ist '5,00 = 5' wirklich gleich '5 Hundertstel'?; Wie kann ich 2 Zehntel als Bruch darstellen?“), gefolgt von „Erklärungen“ (z.B.: „Einer ist die Stelle vor dem Komma; Du hast leider einen wichtigen Teil bei den Wörtern „Zehntel“ oder „Hundertstel“ überlesen, denn dieser deutet auf die Stelle der Ziffer hinter dem Komma hin“). Aussagen (z.B.: „Mit Zehntel und Hundertstel ist die Nachkommastelle gemeint.“) und Aufforderungen (z.B.: „Du solltest zuerst einen Bruch aufschreiben und dann in eine Dezimalzahl umwandeln.“) wurden im Anschluss ungefähr gleich häufig verwendet. Am wenigsten wurde auch hierbei auf bestimmtes Material – erneut die Stellenwerttafel – verwiesen (z.B.: „Schau dir unbedingt die Stellentafel nochmal an und wiederhole den Unterschied zwischen Hundertern/Zehnern und Hundertstel/Zehntel!“)
Anhand der Ideen für eine Reaktion an den Schüler konnten die verwendeten Impulsansätze kategorisiert werden. Die gebildeten Kategorien lauten hierbei: *Stellenwert, Umwandeln in Bruch, Nullen, Erklärung über Begriffe, Stellenwerttafel, Gegenfrage, Kommaverschiebung, Realitätsbezug, Nachkommastellen, und Größenvergleich.* Beispiele von Ideen für Reaktionen an den Schüler zu den jeweiligen Kategorien sind in der folgenden Tabelle zu finden.

Ansatz	Beispiele
Stellenwert	- Einer ist die Stelle vor dem Komma - Woher kennst du die Begriffe Zehntel und Hundertstel? - Zehntel sind keine Einer
Umwandeln in Bruch	- Du solltest zuerst einen Bruch aufschreiben und dann in eine Dezimalzahl umwandeln - 5 Hundertstel ist doch 5/100 !“ - Es müsste lauten 2 Zehntel = 2 von 10 = 2/10 = 0,2
Nullen	- Die Anzahl der Nullen sind schon richtig, aber wohin müssen sie genau kommen? - Deine Idee mit den Nullen ist schon gut, aber die kommen vor das Komma?“ - Bei Nullen hinter dem Komma, kann man dieses weg lassen
Erklärung über Begriffe	- Du hast leider einen wichtigen Teil bei den Wörtern „Zehntel“ oder „Hundertstel“ überlesen, denn dieser deutet auf die Stelle der Ziffer hinter dem Komma hin. - Zehntel ist die 1. Stelle nach dem Komma! → wo muss dann die 2 stehen? - Ist ein Zehntel mehr oder weniger als ein Ganzes? - Was ist der Unterschied zwischen Hundert und Hundertstel?
Stellenwerttafel	- Lass‘ uns gemeinsam eine Stellenwerttafel ausfüllen!“ - Notfalls mit Stellenwerttabelle arbeiten und füllen lassen - Deine Erklärungen zeigen, dass du teilweise richtige Ideen hast, jedoch verwechselst du H/Z/E/z/h/t. Schau dir unbedingt die Stellentafel nochmal an und wiederhole den Unterschied zwischen Hundertern/Zehnern und Hundertstel/Zehntel !
Gegenfrage	- Was ist denn 2,0? Wie kann es noch geschrieben werden & was ist ein Zehntel als Bruch & Dezimalzahl? - ist 5,00 = 5 wirklich gleich 5 Hundertstel? - Sind 2 denn das gleiche wie 2 Zehntel?
Kommaverschiebung	- Wohin muss ich das Komma schieben, um eine Zahl kleiner zu machen? - Komma nach links schieben
Realitätsbezug	- Wenn ich die Hälfte von etwas habe, dann ist das mehr oder weniger als ein Ganzes“ – weniger. „Wenn ich jetzt ein Zehntel habe, ist das mehr oder weniger als ein Ganzes?/ als die Hälfte?“ – weniger - Stell dir vor, du hast 10 Äpfel. Schreibe als Kommazahl, 2 Tausendstel zu haben
Nachkommastellen	- Du hast richtig interpretiert, dass es um Nachkommastellen geht. Die erste Zahl gehört aber in/ zur die Nachkommastelle, zudem in umgekehrter Reihenfolge von links n. rechts Einer/Zehntel/ Hundertstel
Größenvergleich	- 2 Zehntel sind doch ja weniger als 1, oder? - 5/100 sind als mehr als 2/10?

11

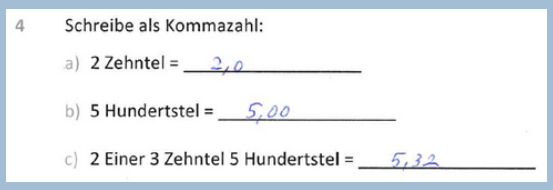
Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

C

Auswertung

Teil A

Schülerbeitrag C


4 Schreibe als Kommazahl:

a) 2 Zehntel = 2,0

b) 5 Hundertstel = 5,00

c) 2 Einer 3 Zehntel 5 Hundertstel = 5,32

Außerdem wurden mit den Formulierungen der Ideen für eine Reaktion an den Schüler die von den Befragten erkannten Fehlerursachen kategorisiert. Dabei wurden die Kategorien *Stellenwertverständnis fehlt*, *Begrifflichkeiten*, *Aufgabenstellung*, *Regel*, *Verlesen*, *Fehlende Größenvorstellung*, *Fehlvorstellung*, *Brüche*, *Bedeutung der Nachkommastelle*, *Falsche Richtung*, *Dezimalzahlen* und *Kommaverschiebung* aufgestellt. Beispiele für Formulierungen der Befragten zu den jeweiligen Kategorien sind in der untenstehenden Tabelle zu finden.

Erkannte Fehlerursache	Beispiel
Stellenwertverständnis fehlt	- Verständnis von Zehntel und Hundertstel ist nicht vorhanden - Fehlerhaftes Verständnis für Stellenwert(-tafel) - Schüler sortiert Einer < Zehner < Hunderter, aber auch Zehntel < Hundertstel
Begrifflichkeiten	- Sind die Begriffe eingeführt worden? - Der Schüler hat den Unterschied zwischen Zehner und Zehntel usw. nicht begriffen.
Aufgabenstellung	- Ist die Aufgabenstellung klar für Sebastian - Ungewohnte Ausdrucksweise, weswegen falsche Interpretation stattfindet
Regel	- Übertragung der Regel: Anzahl der Nullen - Der Schüler hat vermutlich einen Merksatz nicht begriffen und daher falsch angewendet.
Verlesen	- Überlesen des Wortteils „-tel“ - „-tel“ ist ein Anteil, d.h. weniger als 1, also hinter dem Komma
Fehlende Größenvorstellung	- Größenvorstellung fehlt, richtig mit Anzahl der Stellen verknüpft, aber nicht, wie diese aufgefüllt werden - Er bemerkt nicht, dass 2,0 und 2 sowie 5,00 und 5 dasselbe sind
Fehlvorstellung	- Schüler hat die Fehlvorstellung entwickelt, dass zusätzliche Stellen hinter dem „Komma“ hinter die gegebene Zahl gesetzt werden, anstatt davor - Grundlegende Fehlvorstellung von Bruch <-> Dezimalzahl
Brüche	- Keine Vorstellung von Brüchen als sprachlicher Ausdruck - Umformulierung zwischen Bruchzahlen und Kommazahlen ist nicht klar bzw. fehlerhaft
Bedeutung der Nachkommastelle	- Grundlegendes Verständnisdefizit bei der Bedeutung der Nachkommastellen - Kommasetzung - Bedeutung von Stellen vor und nach dem Komma unklar bzw. vertauscht - Mangelndes Verständnis von Dezimalzahlen: Die Anzahl an nötigen Nachkommastellen wird richtig bestimmt, jedoch die Ziffer =/= 0 an die falsche Stelle gesetzt
Falsche Richtung	- Gedanklich „Kehrwert“ genommen. „Hundert“ in gewohnter Richtung - Die Zahl ist jeweils „spiegelverkehrt“: die Stellen vor und nach dem Komma sind falsch herum im Aufschrieb - Falschherum
Dezimalzahlen	- Grundvorstellung der Dezimalzahlen fehlt. - „Falsche“ Vorstellung der „Nuller“ bei Dezimalzahlen
Kommaverschiebung	- Verschieben des Kommas wurde nicht verstanden - Lediglich Setzung des Kommas und Anzahl Nullen gemerkt, aber Umdrehung der Reihenfolge nicht verstanden

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Teil B

a) Es fällt mir leicht, Fehler zu erkennen.

Von den insgesamt 70 befragten Personen gaben 46 Personen (65,7%) an, dass diese Aussage zutrifft, 22 Personen (31,4%) gaben an, dass die Aussage eher zutrifft und lediglich 2 Personen (2,9%) gaben an, dass die Aussage eher nicht zutrifft. Niemand gab an, dass die Aussage nicht zutrifft. Insgesamt fällt es den Befragten also leicht, Fehler zu erkennen.

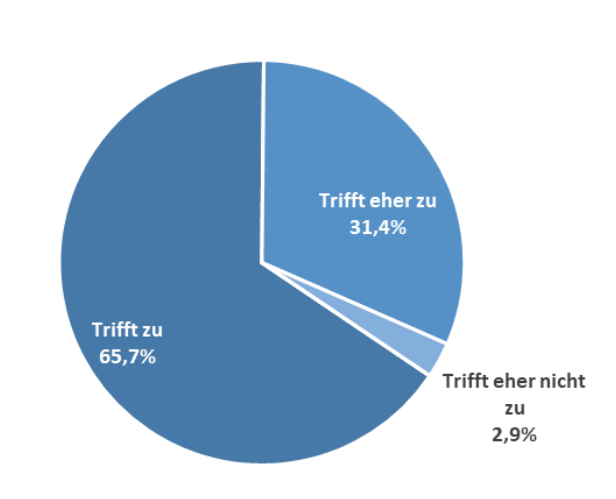


Abbildung 5: Auswertung Teil B Frage a.

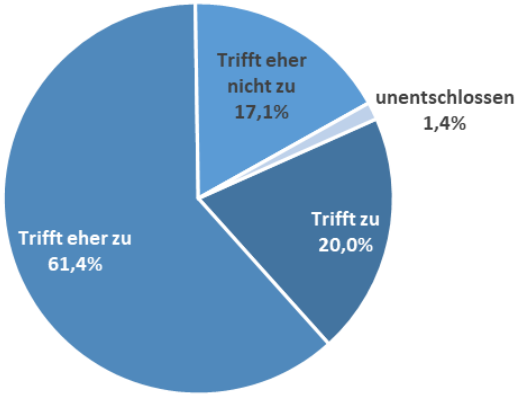


Abbildung 6: Auswertung Teil B Frage b

b) Es fällt mir leicht, Impulse für SuS zu formulieren, die sie kognitiv anregen.

Die meisten Personen (43, 61,4%) gaben an, dass die Aussage eher zutrifft, 14 weitere Personen (20%) gaben an, dass die Aussage voll zutrifft. 12 Personen (17,1%) hingegen gaben an, dass die Aussage eher nicht zutrifft und eine Person (1,4%) war unentschlossen. Auch bei dieser Aussage schätzt der Großteil die Fähigkeit, kognitiv anregende Impulse zu setzen, als leicht ein.

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Teil B

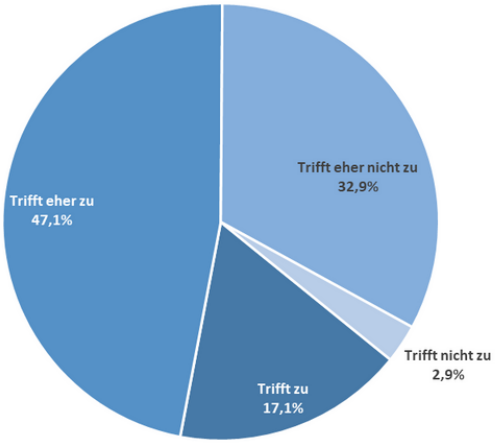


Abbildung 7: Auswertung Teil B Frage c

c) Wenn SuS etwas nicht verstanden haben, fällt es mir leichter, die Inhalte selbst zu erklären, als einen Impuls zum Weiterdenken zu geben.

Die meisten Personen (33, 47,1%) gaben an, dass die Aussage eher zutrifft. Allerdings gaben auch 23 Personen (32,9%) an, dass die Aussage eher nicht zutrifft. 12 Personen (17,1%) gaben wiederum an, dass die Aussage voll zutrifft und lediglich 2 Personen (2,9%) fanden, dass die Aussage nicht zutrifft. Die meisten Befragten schätzten sich selbst so ein, dass sie eher Inhalte selbst erklären, wenn SuS etwas nicht verstehen, als Impulse zum Weiterdenken zu geben. Allerdings gaben auch viele an, dass dies eher nicht oder gar nicht zutrifft (35,8%)

d) Es fällt mir leichter, Fehler zu benennen, als das Verstandene hervorzuheben.

Bei dieser Aussage schätzten die meisten Personen ein, dass sie eher zutrifft (33, 47,1%). Allerdings schätzten auch 25 Personen (35,7%) ein, dass es eher nicht zutrifft. Somit ist es ein recht ausgewogenes Verhältnis zwischen den beiden Antwortmöglichkeiten. Bei den Extremen wählten 9 Personen (12,9%) die Antwortmöglichkeit „Trifft zu“, wohingegen 3 Personen (4,3%) angaben, dass die Aussage nicht zutrifft. Insgesamt scheint es ungefähr zwei Drittel der Befragten leichter zu fallen, Fehler zu benennen, als Verstandenes hervorzuheben, wohingegen ein Drittel dieser Aussage eher nicht oder gar nicht zustimmt.

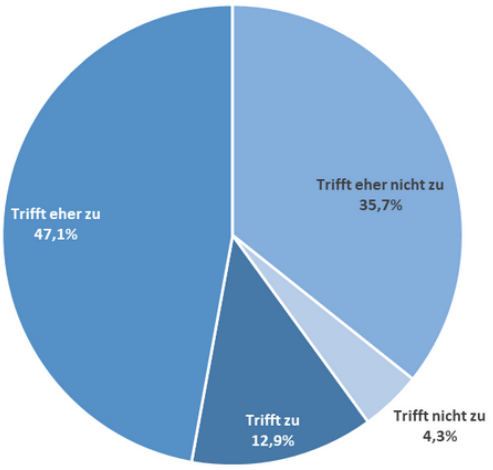


Abbildung 8: Auswertung Teil B Frage d

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Auswertung

Teil B

e) Es fällt mir leicht, fachbezogene Ursachen für Fehlverständnisse zu erkennen.

Die meisten Befragten (42, 60%) gaben an, dass die Aussage eher zutrifft und 5 Personen (7,1%) stimmten der Aussage voll zu. 23 Personen (32,9%) gaben an, dass die Aussage eher nicht zutrifft. Insgesamt geben die meisten an, dass es ihnen eher leichtfällt, fachbezogene Ursachen für Fehlverständnisse zu erkennen, allerdings stimmt auch ein Drittel dieser Aussage eher nicht zu.

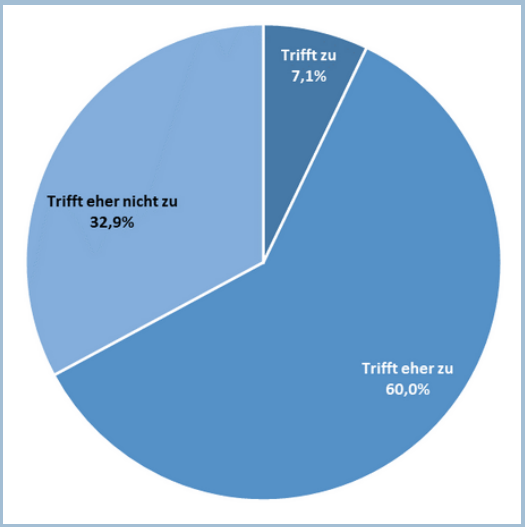


Abbildung 9: Auswertung Teil B Frage e

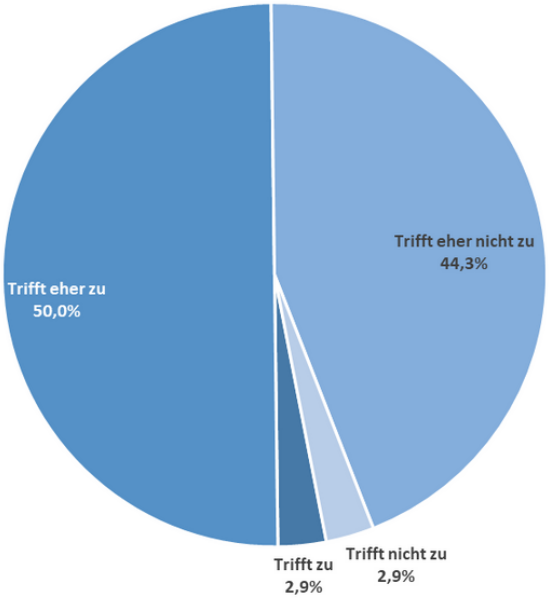


Abbildung 10: Auswertung Teil B Frage f

f) Es fällt mir leicht, einen zur Schüleräußerung passenden Impuls zu setzten, der weder über- noch unterfordert.

Bei dieser Aussage gaben 35 Personen (50%) an, dass sie eher zutrifft, allerdings gaben auch 31 Personen (44,3%) an, dass die Aussage eher nicht zutrifft. Außerdem schätzten jeweils 2 Personen (2,9%) ein, dass die Aussage voll zutrifft bzw. überhaupt nicht zutrifft. Insgesamt ist das Ergebnis zu der Aussage, dass es leichtfällt, einen zur Schüleräußerung passenden Impuls zu setzten, welcher weder über- noch unterfordert, in beide Richtungen sehr ausgleichen, sodass ca. die Hälfte der Aussage zustimmt bzw. ihr widerspricht.

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Fazit

Mit der Umfrage sollten Bedarfe von Lehramtsstudierenden, Referendar/innen und Lehrpersonen mit wenig Berufserfahrung im Hinblick auf die Impulsgebung im Mathematikunterricht identifiziert werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammengefasst dargestellt.

In den drei Situationen, die beispielhaft in Teil A bearbeitet wurden, zeigt sich, dass die Impulsform der Frage eine sehr häufige Reaktion an den Schüler darstellt. Dies lässt vermuten, dass die befragten Lehrpersonen versuchen, den Schüler/innen selbst die Möglichkeit zu geben, ihre Fehler zu finden und selbstständig weiterzudenken. Allerdings finden sich auch Aufforderungen, Erklärungen und Aussagen als Reaktion wieder. Diese sind meist geradliniger und weisen die Lernenden schneller auf ihren Fehler hin bzw. beheben ihn direkt. Nur selten wurde auf bestimmtes Material verwiesen. Dies liegt vermutlich daran, dass die konkreten Schüler/innen nicht bekannt sind und nicht klar ist, auf welches Material Rückbezug genommen werden kann. Ein weiterer Grund könnte sein, dass die Befragten wegen der geringeren Lehrerfahrung bislang noch nicht über ein großes Spektrum an verfügbaren Materialien verfügen.

Insgesamt ist festzustellen, dass sowohl bei den Ansätzen als auch bei den erkannten Fehlerursachen viele verschiedene Möglichkeiten gefunden wurden. Auf der einen Seite spricht dies dafür, dass die Befragten sowohl offen als auch bereit sind, sich mit den Fallbeispielen und zugehörigen Fehlern auseinanderzusetzen. Auf der anderen Seite spiegelt sich die Komplexität der Impulsgebung darin wider. Allein die Tatsache, dass für jedes Beispiel mindestens zehn mögliche Fehlerursachen benannt wurden, lässt erkennen, dass die Ausgangslage für das Setzen eines Impulses herausfordernd ist. Dass dementsprechend viele Ansätze für die Impulsgebung gefunden wurden, verwundert nicht. Es verdeutlicht gleichzeitig aber auch, wie wichtig eine passende Einschätzung der Lernendenleistung ist und hebt damit die Relevanz der diagnostischen Kompetenzen für eine gelingende Impulsgebung hervor.

Lehr- und Forschungsgebiet Didaktik der Mathematik | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Fazit

In Teil B sollten die Befragten ihre Fähigkeiten mit Bezug zur Impulsgebung selbst einschätzen. Insgesamt gab die Mehrheit an, dass es leichtfällt, Fehler der Schüler/innen zu erkennen und kognitiv anregende Impulse zu setzten. Allerdings gab die Mehrheit bei einer weiteren Frage ebenfalls an, dass es eher leichter fällt, nicht Verstandenes selbst zu erklären, als Impulse für die Schüler/innen zu setzten. Diese Aussage deckt sich teilweise mit den Ergebnissen aus Teil A. Zwar wurden häufig Fragen als Reaktion an den Schüler gestellt, Erklärungen, Aussagen und Aufforderungen wurden jedoch auch oft angegeben. Im Sinne eines konstruktivistischen Lernverständnis scheint es wünschenswert, die Schüler/innen mit Impulsen zur Eigenaktivität anzuregen, um die Lerninhalte möglichst selbstständig erschließen zu lassen.

Zwei Drittel der Befragten gaben an, dass es ihnen leichter fällt, Fehler zu benennen, als Verstandenes hervorzuheben, wohingegen ein Drittel dieser Aussage eher nicht oder nicht zustimmt. Dies zeigt, dass häufiger versucht wird, die Fehler der Schüler/innen zu benennen, als das bereits Gelernte hervorzuheben und daran anzuknüpfen. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass selten auf bekanntes Material zurückgegriffen wird. Der Grund dafür kann allerdings auch in der oben beschriebenen Ursache liegen.

Die meisten gaben an, dass es ihnen (eher) leichtfällt, fachbezogene Ursachen für Fehlverständnisse zu erkennen. Allerdings stimmt auch ein Drittel dieser Aussage (eher) nicht zu. Dies zeigt sich vor allem darin, dass sehr viele verschiedene Kategorien für erkannte Fehler erhoben werden konnten.

Das Ergebnis zu der Aussage, dass es leichtfällt, einen zur Schüleräußerung passenden Impuls zu setzten, welcher weder über- noch unterfordert, ist in beide Richtungen sehr ausglichen, sodass ca. die Hälfte der Aussage zustimmt bzw. ihr widerspricht. Zum einen ist es möglich, dass die Befragten aufgrund der geringen Lehrerfahrung noch nicht sicher einschätzen können, welche Impulse für welche Lernenden angemessen sind.

Fazit

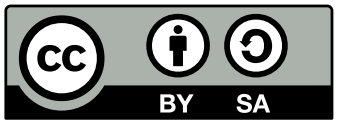
In der Konzeption der Befragung ist dies besonders schwierig, da die Begleitumstände zu den Fallbeispielen wenig bekannt sind. Zum anderen ist es möglich, dass die Befragten trotz ihres in Bezug auf die Ausbildung recht einheitlichen Standes sehr unterschiedlich ausgeprägte Kompetenzen im Bereich der Impulsgebung mitbringen.
Insgesamt hat die Befragung verdeutlicht, dass komplexe Anforderungen mit der Impulsgebung verbunden sind. In jedem Fall ist festzuhalten, dass die Förderung der Impulsgebungskompetenzen von (angehenden) Lehrpersonen insbesondere unter Berücksichtigung ihrer Relevanz für den Lernprozess der Schüler/innen sinnvoll erscheint.

Kontakt: Melanie Ansteeg (melanie.ansteeg@matha.rwth-aachen.de)
Autorinnen: Melanie Ansteeg, Jana May

Unterlagen zur Seminarkonzeption

C

Hinweis: Alle konzipierten Materialien und zugehörigen Unterlagen stehen unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen:



Die Lizenz ist unter https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/ einsehbar.

Die Arbeit selbst sowie die konzipierten Materialien sind unter der folgenden Webadresse abrufbar: dissertation.ansteeg.com. Durch das Scannen des QR-Codes erhalten Sie direkten Zugriff auf die bereitgestellten Inhalte.

C.1 Materialien (M)

C.1.1 M1

Assoziationen zur Impulsgebung

Bild: Pavel Danilyuk, www.pexels.com

Aufgabe:

Welche Assoziationen verbinden Sie mit diesem Bild? Notieren Sie sie in Stichworten.

C.1.2 M2

Qualitätskriterien von Impulsen

Die Aufgabe, mit Impulsen bei möglichst vielen Schülerinnen und Schülern Lernprozesse auszulösen und in Gang zu halten, kann als sehr schwierig und komplex beschrieben werden (Winter 2016, S. 3). Um die Qualität der eigenen Impulse zu verbessern, lohnt es sich jedoch, sich dieser Herausforderung zu stellen und genauer zu betrachten, welche Kriterien für den Erfolg eines Impulses eine Rolle spielen.

Dabei kann es hilfreich sein, sich den Zusammenhang zwischen der Impulsgebung und dem Problemlösen nach Pólya zu verdeutlichen. Erfolgreiches Lehren in Pólyas Sinne kommt zustande, wenn drei Prinzipien beachtet werden:

(1) Maximale Aktivierung: „Man lasse die Schüler selbst so viel, wie unter den gegebenen Umständen irgend tunlich ist, entdecken“ (a.a.O., S. 159).

(2) Maximale Motivierung: „Es ist unsere Pflicht als Lehrer, …, den Schüler davon zu überzeugen, …, dass die Aufgabe, die er lösen soll, seinen Einsatz verdient“ (a.a.O., S. 160).

(3) Beachtung der Phasenfolge bei der Lösung von Nichtroutine-Aufgaben. (Winter 2016, S. 223, Herv. d. Verf.).

Diese Prinzipien fließen in die in diesem Abschnitt vorgestellten Qualitätsmerkmale eines Impulses mit ein, wobei die Berücksichtigung der Phasenfolge beim Problemlösen dem Prozess der Impulsgebung zuzuordnen ist und hier nicht weiter thematisiert wird.

Auf der Grundlage des Konzepts des Dialogischen Lernens wurden in einer früheren Arbeit bereits sieben Qualitätskriterien von Impulsen abgeleitet (Ansteeg und Heitzer 2024, S. 15 f.). Sie werden im Folgenden benannt und anschließend näher vorgestellt. Dabei ist zu beachten, dass der Kriterienkatalog nicht zwingend vollständig und die einzelnen Kriterien nicht immer schnittmengenfrei sind.

Ein guter Impuls …

- ist leicht verständlich und für die Lernenden angemessen formuliert. (Verständlichkeit)
- knüpft an die Vorstellungen und Konzepte der Lernenden an, auch wenn diese nicht konsistent sind oder Fehler beinhalten. (Anknüpfen)
- führt die Lernenden unmittelbar in die Produktion und damit in das selbstständige Erkunden der Inhalte (zurück). (Produktion)
- ist von angemessener Intensität. (Intensität)
- stellt das Verständnis gegenüber dem Ergebnis in den Vordergrund und ist damit nachhaltig angelegt. (Nachhaltigkeit)
- ist achtsam gegenüber den Schülerressourcen. (Achtsamkeit)
- ermöglicht den Lernenden, ihren Stand im Lernprozess bzw. die Korrektheit ihres Beitrags einzuschätzen. (Rückmeldung)

Verständlichkeit: Hierbei handelt es sich um ein sehr grundlegendes Merkmal und es leuchtet schnell ein, dass dieses notwendig ist: Wenn die Lernenden den Impuls nicht verstehen, können sie ihm nicht folgen. Bei der Formulierung sollte neben dem Einsatz von Fachbegriffen auch auf eine den Lernenden angemessene Ausdrucksweise geachtet werden. Jüngere Lernende können Ironie oder provozierende Aussagen zum Beispiel nicht so leicht einordnen.

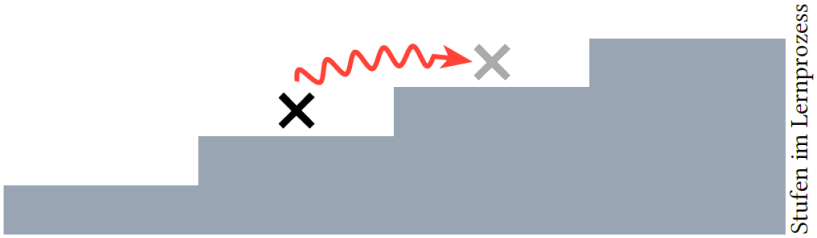


Abb. 1: Darstellung eines unverständlich formulierten Impulses

In Abb. 1 ist ein unverständlich formulierter Impuls dargestellt. Dabei ist anzumerken, dass der Impuls in der Abbildung trotz seiner Umständlichkeiten zum Erreichen der nächsten Stufe führt, was bei einer unverständlichen Formulierung in der Regel nicht der Fall ist. Beim Kriterium der Verständlichkeit ist die Spannbreite sehr groß: Von einem umständlich oder unsauber formulierten Impuls, der dennoch zielführend sein kann, bis zu einem völlig unverständlichen Impuls, der keine Reaktionen bei den Lernenden mehr hervorruft, sind bei diesem Kriterium viele Abstufungen möglich.

Anknüpfen: Für die Schülerin oder den Schüler sollte ersichtlich werden, dass die Lehrperson ihren oder seinen Beitrag wahrgenommen hat und ihn als Grundlage für die Weiterarbeit nutzt. Es reicht nicht aus, den Lernendenbeitrag als Anlass zu nehmen, um mit einem Impuls zu intervenieren, denn damit ist nicht sichergestellt, dass ein Bezug zwischen dem Impuls und den bisherigen Ideen aus dem Beitrag hergestellt werden kann. Für das Lernen ist es jedoch wesentlich, Inhalte miteinander zu vernetzen und Ideen weiterzudenken, um zu einem tieferen Verständnis der Inhalte zu gelangen (Kuntze 2012, S. 2). Wenn immer neue Aspekte eingebracht werden, ohne sie sinnvoll miteinander zu verbinden, kann kein nachhaltiges Netz aufgebaut werden. Darüber hinaus sollte ein Impuls nicht nur an die Ideen der Lernenden anknüpfen, sondern auch auf ihren Stand im Lernprozess angepasst sein. Das Anknüpfen kann daher auch mit der Adaptivität verglichen werden, die eine wichtige Eigenschaft des Scaffolding-Ansatzes darstellt (Van de Pol & Elbers 2013, S. 34). Damit ist gemeint, dass die Lernenden gerade so viel Unterstützung erhalten, wie sie zum Erreichen der nächsten Entwicklungs- bzw. Lernstufe benötigen.

Das Anknüpfen an den konkreten Lernendenbeitrag ist neben diesen didaktischen Gründen auch aus lernpsychologischer Sicht von Bedeutung: Wenn die Lernenden erkennen, dass mit ihren Beiträgen weitergearbeitet wird, fühlen sie sich ernst genommen, wertgeschätzt und sind motivierter.

Abb. 2: Darstellung eines unterfordernden Impulses

Abb. 2 zeigt einen unterfordernden Impuls aufgrund eines nicht korrekt eingeschätzten Lernstandes. Die Lehrperson ist davon ausgegangen, dass sich die bzw. der Lernende auf der

ersten Stufe im Lernprozess befindet und gibt einen entsprechenden Impuls. Dieser kann jedoch nicht weiterführen, da sich die bzw. der Lernende bereits auf der zweiten Stufe befindet.

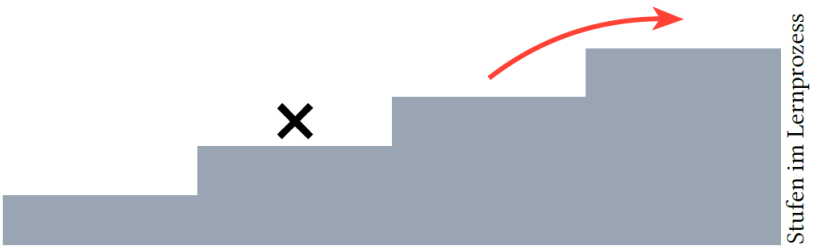


Abb. 3: Darstellung eines überfordernden Impulses

Ein überfordernder Impuls ist in Abb. 3 dargestellt. Der Impuls ist nicht passend und führt zu einer Überforderung, da der Lernstand als zu hoch eingestuft wurde. Die bzw. der Lernende kann mit dem Impuls nichts anfangen und daher auch keinen Lernfortschritt verzeichnen.

Die beiden Beispiele für unpassende Impulse verdeutlichen die Relevanz der guten Einschätzung des Lernstandes und führen vor Augen, wie schnell es dazu kommen kann, dass die Impulsgebung nicht zum gewünschten Ziel führt.

Produktion: Einen Produktionsschwung auszulösen bedeutet nicht nur, dass die Lernenden tätig werden. Das werden sie z. B. auch, wenn sie beschreiben sollen, was sie ohnehin schon wissen. Das Erklären der eigenen Ideen in einer einfachen Art und Weise kann Lernenden dazu verhelfen, Fehler zu erkennen oder eine Blockade zu beheben, indem sie sich im Laufe des Erklärprozesses klarer über ihre Gedanken werden und ihnen neue Ansätze aufkommen (Mason et al. 2010, S. 103 f.). Dies wiederum führt zur Produktion. Bei der Produktion geht es darum, Inhalte selbst einsehen, erkunden und begreifen zu lassen. Hier lässt sich das zuvor erwähnte Prinzip der maximalen Aktivierung nach Pólya wiederfinden.

Das Einsehen eines Fehlers ist nicht zwingend erforderlich, damit die Lernenden in einen neuen Produktionsschwung gelangen. Auch bei korrekten Antworten lohnen sich Impulse, die das Verständnis der Inhalte vertiefen. Mason et al. (2010) betrachten Inhalte erst dann als verstanden, wenn sie in einem weiteren Kontext gesehen werden können und empfehlen beispielsweise, bestimmte Voraussetzungen zu verändern und in einer Reflexionsphase zu überlegen, welche analogen Fragen auf eine ähnliche Weise gelöst werden können (Mason et al. 2010, S. 39 ff.). Wichtig für den Produktionsschwung ist, dass die Lernenden einen Ansatz oder eine Idee haben, wie sie weiterkommen können. Ob die Idee die richtige ist, ist nicht entscheidend. Denn beim Mathematiktreiben kann nicht immer sofort die richtige Idee auf dem Tisch liegen. Das Lernfeld zu erkunden, sich auch Abgrenzungswissen anzueignen, ist in jedem Fall förderlich.

Intensität: Die Intensität drückt aus, wie weit der Impuls inhaltlich trägt, also wie weit die Lernenden im Lernprozess voranschreiten. Sie kann auch über das Maß an Learning Output beschrieben werden. Wenn die Intensität des Impulses zu hoch ist, kann es passieren, dass wichtige Erfahrungen im Lernprozess ausgelassen werden. Dies ist in Abb. 4 dargestellt. Das Überspringen von Lernstufen fällt nicht immer direkt auf, da die Inhalte einer höheren Stufe vermeintlich beherrscht werden. Wird das Verständnis der Inhalte dann durch Impulse abgefragt, werden Verständnislücken sichtbar. Das kann zum Beispiel der Fall sein, wenn die einzelnen Schritte eines Verfahrens beschrieben werden, ohne dass auf den Verständnisaufbau der dahinterliegenden Zusammenhänge geachtet wird.

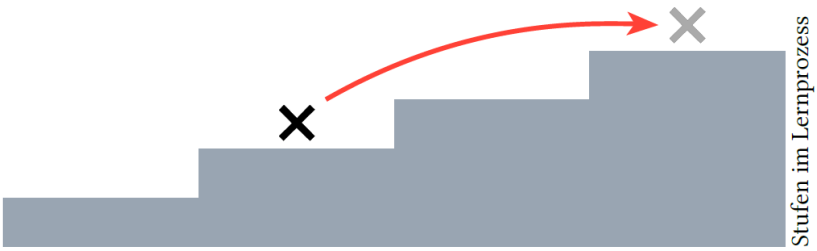


Abb. 4: Darstellung eines Impulses mit zu hoher Intensität

Wenn die Intensität eines Impulses hingegen zu niedrig ist, wird die Notwendigkeit eines Folgeimpulses wahrscheinlich. Der Impuls reicht dann nicht sehr weit, wie es in Abb. 5 dargestellt ist.

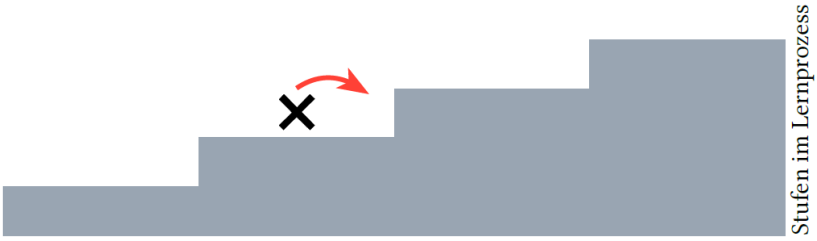


Abb. 5: Darstellung eines Impulses mit zu geringer Intensität

Bei schwächeren Lernenden wird die Tendenz größer sein, auf Impulse geringerer Intensität zurückzugreifen, um Überforderungen zu vermeiden. Damit kann jedoch auch provoziert werden, dass sich die Lernenden als weniger selbstwirksam empfinden, weil ihnen weniger zugetraut wird und sie schneller wieder einen erneuten Impuls benötigen. Es empfiehlt sich daher, bei Lernenden aller Leistungsstärken immer wieder auch herausfordernde Impulse zu stellen.

Nachhaltigkeit: Nachhaltigkeit meint hier die langfristige Verfügbarkeit des Gelernten. Es soll langfristig anwendbar sein. Damit geht einher, dass bei der Impulsgebung das Verstehen der Inhalte wichtiger ist, als dass die Lernenden am Ende das korrekte Ergebnis auf dem Papier stehen haben. Wenn die Lehrperson z. B. eine Lösung erklärt, obwohl die Möglichkeit besteht, dass die Lernenden selbst zu ihr finden, untergräbt dies das lösungsorientierte Denken der Lernenden und steht nicht in Einklang mit der Idee des Scaffolding (Hermkes et al. 2018, S. 150). So werden zum Beispiel Erklärungen wahrscheinlich nicht so nachhaltig sein wie durch die Lernenden eigenständig durchgeführte Erkundungen.

Achtsamkeit: Sowohl im Hinblick auf die Ressourcen der Lehrpersonen als auch der Lernenden ist Achtsamkeit geboten. Das bedeutet u. a., dass ein Impuls bei möglichst geringem Zeitaufwand für die Lernenden einen möglichst hohen inhaltlichen Fortschritt erzielen sollte. Nach dem Konzept des Scaffolding sollte ein Impuls eine „zugeschnittene“ Unterstützung bieten, die weder zu instruierend ist und dadurch die Aktivitäten der Wissenskonstruktion der Lernenden missachtet, noch zu minimal ist, sodass die Lernenden sie als unzufriedenstellend empfinden (Hermkes et al. 2018, S. 147 f.). Es ist zu beachten, dass Impulse auch Störfaktoren sein können, sie sind daher mit Bedacht zu wählen. Auch in Bezug auf die Schüleremotionen ist Achtsamkeit geboten: Auf einen Fehler hingewiesen zu werden ist zunächst nicht schön und es sollte behutsam eingeleitet werden.

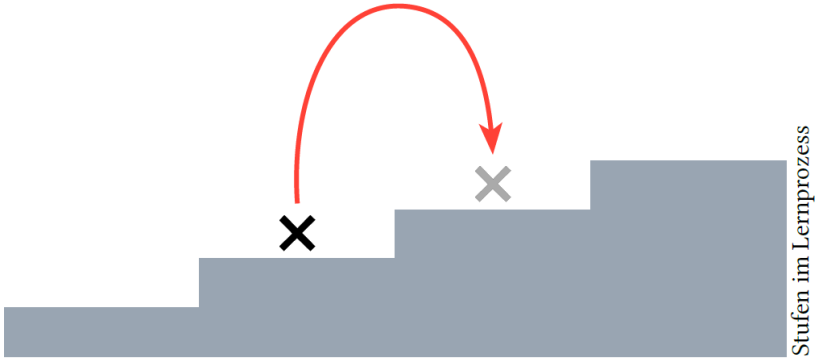


Abb. 6: Darstellung eines wenig effizienten Impulses

In Abb. 6 ist ein Impuls zu sehen, der wenig effizient ist. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Impuls nur mit einem großen Umweg zum Erreichen der nächsten Lernstufe führt. Solche Impulse entstehen beispielsweise dann, wenn den Lernenden ein zeitlich sehr umfangreicher Auftrag gegeben wird, der am Ende keinen großen Ertrag bringt bzw. nicht im Verhältnis dazu steht. Es ist gut nachvollziehbar, wenn den Lernenden bei einer Häufung solcher Impulse die Freude an der Weiterarbeit etwas verlorengeht. Hier kann das Prinzip der maximalen Motivation ansetzen: Wenn die Lehrperson Impulse setzt, die zeigen, dass sich der volle Einsatz lohnt, werden gleichzeitig die Ressourcen der Lernenden angemessen in Anspruch genommen und eine gute Grundlage für ein motiviertes Reagieren auf die Impulse geschaffen.

Rückmeldung: Den Lernenden sollte die Möglichkeit gegeben werden, ihren aktuellen Stand im Lernprozess abzuschätzen. Die Rückmeldung dazu kann teilweise indirekt geschehen, beispielsweise bei einer Schlussfolgerung durch die Lehrperson, die offensichtlich nicht stimmen kann. („Dann würde das Flugzeug unterhalb der Erdoberfläche landen“). Aus einer direkten Rückmeldung geht für die Lernenden sofort hervor, ob ihre bisherige Bearbeitung korrekt ist („Das ist noch nicht ganz richtig. Teste mal, ob du …“). Wird den Lernenden bei der Impulsgebung nicht gespiegelt, wo sie stehen, kann dies zu Verwirrungen und Frustrationen führen, insbesondere wenn der Impuls zur Vertiefung der Inhalte und nicht zur Korrektur genutzt wird.

Es ist leicht ersichtlich, dass die Kriterien einen hohen Anspruch an einen guten Impuls vorgeben. Es erscheint nicht realistisch, mit einem Impuls gleichzeitig alle Kriterien erfüllen zu können. Dies ist aber auch nicht notwendig. Wichtig ist, dass Lehrpersonen bewusst ist, welches Ziel sie mit ihren Impulsen verfolgen (können) und welche Aspekte dabei eine Rolle spielen. Und dafür ist es hilfreich, sich die Stärken und Schwächen eines Impulses anhand der Qualitätskriterien vor Augen zu führen, die Anhaltspunkte zur Verbesserung der Impulsgebung liefern können.

Literatur

Ansteeg, M. & Heitzer, J. (2024). Quality criteria of individual prompts in mathematics classrooms. In: Ní Ríordáin, M. & Erath, K. (Hrsg.): Proceedings of the Sixteenth ERME Topic Conference on Language and Social Interaction in Mathematics Classrooms, S. 12-19. ERME / HAL Archive.

Hermkes, R., Mach, H. & Minnameier, G. (2018). Interaction-based coding of scaffolding processes. In: Learning and Instruction (54), S. 147-155.

Kuntze, S. (2012). Vernetzen als Idee – Vernetzen durch Ideen. In: mathematiklehren, 212 (4), S. 2-8.

Mason, J., Burton, L. & Stacey, K. (2010). Thinking mathematically. Second edition. Pearson.

Van de Pol, J. & Elbers, E. (2013). Scaffolding student learning: A micro-analysis of teacher-student interaction. In: Learning, Culture and Social Interaction (2), S. 32-41.

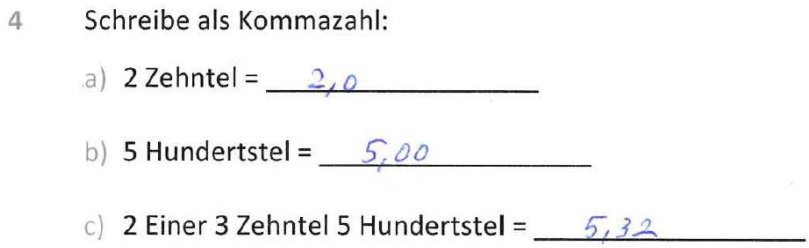
Winter, H. W. (2016). Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-10605-8.

C.1.3 M3

Stellenwert

Beispielsituation:

Sie behandeln in Ihrem Unterricht aktuell die Stellenwertschreibweise bei rationalen Zahlen. Die Lernenden sind mit der Bruchschreibweise bei Dezimalbrüchen bereits vertraut. Es geht nun um Übersetzungsprozesse zwischen den verschiedenen Darstellungsweisen. Sie sehen die folgende Bearbeitung eines Schülers und fragen nach, warum der Schüler so vorgegangen ist. Sie erhalten die untenstehende Antwort:



4 Schreibe als Kommazahl:

a) 2 Zehntel = 2,0

b) 5 Hundertstel = 5,00

c) 2 Einer 3 Zehntel 5 Hundertstel = 5,32

Sebastian (zu a): Weil Zehntel ist ja immer eine Null.

Sebastian (zu b): Hier ist Hundert, da sind zwei Nullen. Und da hab‘ ich dann auch wieder die Fünf davor gemacht.

Sebastian (zu c): Bei fünf Hundertstel wären da wieder zwei Nullen, aber der Einer ist hier erst da hinten (zeigt auf die letzte Stelle bei seiner Lösung), und Zehntel wär‘ dann die Null (zeigt auf die Stelle davor).

(nach Heckmann 2007)

Aufgabe:

Formulieren Sie Impulse an den Schüler und notieren Sie sie wörtlich.

(Sehen Sie sich die Impulse der anderen Gruppen an. Geben Sie eine Bewertung in Form von Sternen.)

Literatur:

Heckmann, K. (2007): Von Zehnern zu Zehnteln. Das Stellenwertverständnis auf Dezimalbrüche erweitern. In: mathematiklehren 142, S. 45-47.

C.1.4 M4

Learning-App

Zugang zur Learning-App zum Impulskatalog

QR-Code:

Link:

https://kurzelinks.de/07ko

C.1.5 M5

Impulskatalog

28.08.2025

Was? Beim **I**mpulskatalog handelt es sich um eine **Sammlung von Impulsansätzen** für den Mathematikunterricht, die jeweils mit Beispielimpulsen verbunden sind.

Warum? Mit dem **I**mpulskatalog wird das Ziel verfolgt, die Vielfalt an **I**mpulsen für das Mathematiklernen abzubilden und die **Weiterentwicklung der Impulsgebung** von Lehrpersonen zu unterstützen.

Wie? Der **I**mpulskatalog ist wie folgt aufgebaut:
In der linken Spalte wird quer zu den anderen beiden Spalten das Tätigkeitsfeld aufgeführt. Hiermit sind die **Tätigkeiten der Lernenden** gemeint. Die Anordnung der Tätigkeitsfelder orientiert sich an den Taxonomiestufen nach Bloom, sodass die vorderen Tätigkeiten mit einem niedrigeren Anspruch an die Lernenden verbunden sind als die hinteren. Die mittlere Spalte enthält die zum Tätigkeitsfeld zugehörigen **Ansätze der Lehrperson**. Ähnliche Ansätze sind in derselben Zelle aufzufinden. Zu jedem Ansatz steht in der rechten Spalte mindestens ein **Beispielimpuls**. Die Beispielimpulse erheben nicht den Anspruch, allen Qualitätskriterien von **I**mpulsen gerecht zu werden. Sie lassen sich jedoch als Vorlage für einen **I**mpuls nutzen, der individuell an die Lernenden und die Situation anzupassen ist.

	Ansatz für einen Impuls	**Beispielimpuls(e)**
Mitteilen	- das vorhandene Wissen erfragen	Welche Kommazahlen kennst du bereits? Wie kannst du das auflösen? Was gibt ein Funktionswert in der Flächeninhaltsfunktion und der Ableitungsfunktion an?
	- Wünsche an die Aufgabe formulieren lassen	Was müsste sich ändern, damit du weiterarbeiten könntest?
	- den Gedankengang erfragen	Was stört dich und warum? Woher weißt du das? Wie bist du darauf gekommen?
	- nach bestimmten Eigenschaften fragen	Welchen Wert hat die Funktion bei x = 4? Was ist das Besondere an der Aufgabe 3/16 + 13/16?
	- nach Voraussetzungen fragen	Welche Informationen benötigst du, um weiterzumachen? Welche Informationen fehlen dir?
	- einen Satz / eine Aussage vervollständigen lassen	Finde eine passende Fortsetzung für den folgenden Satz: Wenn das Gleichungssystem genau eine Lösung hat, dann …
Erkennen	- eine Erklärung einbringen	Bei einer proportionalen Zuordnung wird dem Doppelten eines x-Werts auch das Doppelte des zugehörigen y-Werts zugeordnet.
	- den Grad der Elaborierung senken - die Aufgabenstellung zugänglicher machen - auf einen Verständnisanker verweisen - einen Verständnisanker schaffen	Stelle dir vor, du fährst mit einem Schlitten einen Hügel hinunter. Gesucht ist die Stelle, an der du am meisten Fahrt aufnimmst.
	- das Verstehen der Aufgabe sicherstellen - die Aufgabenstellung verdeutlichen	Wir suchen die Zahl, die mit sich selbst multipliziert 5 ergibt.
	- den Sinn einer Aufgabe / einer zu untersuchenden Frage bewusstmachen	Das graphische Ableiten soll dir dabei helfen, einen Überblick über die Verlaufseigenschaften der zu untersuchenden Funktion zu bekommen. Die Erarbeitung der Regeln wird uns zeigen, wie praktisch eine gute Theorie sein kann.
	- akzentuieren	In der Aufgabenstellung geht es um den Abstand zwischen den beiden Geraden.
	- den Fortschritt in der Bearbeitung bewusst machen	Schau mal, damit haben wir den ersten Teil der Aufgabe bereits gelöst.

	Ansatz für einen Impuls	**Beispielimpuls(e)**
Erkennen	- den Fortschritt in der Bearbeitung bewusstmachen lassen	Welcher Teil der Aufgabe fehlt dir nur noch? Was hast du bisher schon alles geschafft?
	- Schlussfolgerungen aus der Antwort ziehen - eine Feststellung machen (evtl. mit Provokation)	Das würde bedeuten, dass der Flächeninhalt zwischen x = 2 und x = 2,5 kleiner wird. Das würde bedeuten, dass der Fahrradfahrer ab Minute drei unterhalb der Erdoberfläche fährt.
	- von persönlichen Erfahrungen berichten - von eigenen Lernerfahrungen erzählen	Ich dachte früher, eine antiproportionale Zuordnung wäre eine proportionale Zuordnung mit negativem Steigungs-faktor. Es hat mir geholfen, mir nicht nur den Graphen anzuschauen, sondern auch die Zuordnungsvorschrift.
	- „Beweissprechakte“ nach dem Vorbild eines sokratischen Dialogs	Ist es nicht so, dass wir hier einen Teil ergänzen können? Entstehen dadurch nicht vier flächengleiche Vierecke? Das können wir sagen, weil wir den Satz vom Nullprodukt kennen und hier anwenden können.
Reduzieren	- die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen	Zunächst müssen wir die beiden Terme gleichsetzen. Dann müssen wir nach x auflösen. Das Ergebnis setzen wir dann in die Funktion bei a) ein.
	- die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen lassen	Welche einzelnen Schritte kannst du separieren? Zerlege die Aufgabe in so viele Teile wie möglich, um die Aufgabe besser zu verstehen.
	- akzentuieren lassen	Welche Informationen sind besonders wichtig? Wie kannst du weiter vorgehen, wenn du berücksichtigst, was Tom eben gesagt hat? Kannst du das, was du gesagt hast, in einem einzigen Satz ausdrücken?
	- den Grad der Elaborierung senken lassen	Wie würdest du das Problem einem Nichtfachmann erklären? Wie kannst du die Aufgabe schlagwortartig ausdrücken?
Untersuchen	- einen Spezialfall betrachten lassen	Untersuche deine Aussage für drei Personen. Können wir bei der Addition von zwei Brüchen jemals Zähler und Nenner paarweise addieren und das richtige Ergebnis dabei erhalten?
	- die Fragestellung umkehren - die Blickrichtung ändern	Mit welcher Zahl würde es nicht funktionieren? Du hast eine Integralfunktion gezeichnet. Zeichne nun ihre Ableitungsfunktion. Welchen Berandungen lassen sich die Flächeninhalte zuordnen?
	- Muster erkennen lassen - etwas sortieren lassen	Erkennst du darin ein Muster? Sortiere der Größe nach.
	- Vermutungen anstellen lassen - Hypothesen aufstellen lassen	Hast du eine Vermutung, was die Ursache dafür ist?
	- anregen, Fragen zu stellen	Welche Fragen fallen dir dazu ein? Was würdest du gerne noch wissen wollen? Welche Frage würdest du dem Autor dieser Aufgabe stellen?

	Ansatz für einen Impuls	**Beispielimpuls(e)**
Vergleichen	- Vergleiche anregen	Inwiefern unterscheidet sich das Vorgehen bei quadratischen Funktionen von dem bei linearen Funktionen? Was ist der Unterschied zu den vorherigen Abschnitten?
	- Gemeinsamkeiten und Unterschiede notieren lassen - Zusammenhänge erkunden lassen	Hier siehst du den Graphen einer anderen Funktion. Was für Gemeinsamkeiten/Unterschiede haben die beiden? Gibt es ein verbindendes Element zwischen den beiden? Untersuche den Zusammenhang zwischen dem Graphen von g und dem Graphen von h.
	- systematisches Variieren anregen - Veränderungen wahrnehmen lassen	Was kannst du an der Ausgangssituation verändern, sodass die Lösung immer noch gleichbleibt? Verändere etwas an der Ausgangssituation, sodass die Lösung doppelt so groß wird. Wie ändert sich das Ergebnis, wenn man mit einer Person weniger rechnet?
	- nach Parallelfällen fragen	Könnte der Funktionsgraph auch anders aussehen? Welche Funktionen kennst du, deren Graphen ähnlich aussehen?
Übersetzen	- Darstellungsebene wechseln lassen - andere Zugangsweisen wählen lassen	Du hast dir bislang den Graphen angeschaut. Trage ein paar Werte in eine Wertetabelle ein und beschreibe, was dir auffällt. Kannst du mir diese Addition auf einer Zahlengeraden zeigen?
	- unterschiedliche Sprech- bzw. Schreibweisen in den Blick nehmen	Anstelle von ‚dreihundertfünfzehn' kann man auch sagen ‚drei Hunderter, ein Zehner, fünf Einer'.
	- Übersetzungsprozesse anregen (auch: Zwischen Abstraktion und Lebenswelt; zwischen realen Bedeutungen und Modellvorstellungen)	Wo könnte dir im Alltag eine solche Zuordnung begegnen? Welche Geschichte könnte dahinterstecken?
	- in einen Kontext einbetten - die Plausibilität der Antwort in einem Kontext überprüfen lassen	Wenn eine Bäuerin ihren Kühen weniger Futter gibt, brauchen sie mehr Zeit zum Fressen. Kann das stimmen?
	- einen Kontext finden lassen	Finde zu dem Ausgangsgraphen einen passenden Kontext und interpretiere anschließend den Bereich zwischen x = 4 und x = 5,5.
Vernetzen	- vertraute Darstellungen wachrufen - auf Bekanntes zurückführen lassen	An was erinnert dich das? Woher kennen wir das schon? Was hat die Grundvorstellung der Tangentensteigung mit der Grundvorstellung der lokalen Änderungsrate gemeinsam?
	- ähnliche Fälle suchen und gegen das Neue abgrenzen lassen - zur Analogiebildung auffordern	Wo hast du etwas Ähnliches schon einmal gesehen? Was war dort anders? Was ist das Neue daran? Wie hängt Neues und Altes zusammen?
Folgern	- eine Annahme treffen und gedanklich verfolgen lassen - ein Gedankenexperiment anregen	Stell dir vor, du würdest so vorgehen wie bisher auch. Wie würde das dann aussehen? Stell dir vor, du zerteilst den Graphen in diesem Bereich in ganz kleine Geradensegmente. Wie könnte dir das helfen?
	- die Aufgabe als gelöst betrachten lassen	Stell dir vor, du hättest die Aufgabe gelöst. Welche Schlüsse könntest du aus dem Ergebnis ziehen?

	Ansatz für einen Impuls	**Beispielimpuls(e)**
Sichern	- Grundlegendes absichern	Stimmst du mir zu, dass wir zunächst den Schnittpunkt bestimmen müssen? Erinnerst du dich, dass wir zunächst durch den Faktor a teilen müssen?
	- (Zwischen-)Ergebnisse festhalten	In der ersten Funktionsvorschrift müssen wir also ein +1 ergänzen.
	- (Zwischen-)Ergebnisse festhalten lassen (mündlich oder schriftlich, z.B. als Stichpunkte oder in einer Skizze, ggf. gleichzeitig mit Darstellungswechsel)	Trage die Punkte, die du gerade genannt hast, in ein Koordinatensystem ein.
	- einen Regelheft-Eintrag zu dem verfassen lassen, was bereits erkannt wurde - eine Zusammenfassung erstellen lassen	Erstelle eine Liste mit allen Eigenschaften einer proportionalen Funktion. Lege einen Wissensspeicher zum Lösen einer quadratischen Gleichung an. Fasse die wichtigsten Ergebnisse in einer Übersichtsgrafik zusammen. Finde ein gutes Beispiel, mit dem du anderen erklären kannst, wie es funktioniert. Wie könntest du dieses komplexe Vorgehen in einfacher Weise darstellen?
	- Lösung an die Hand geben und eigenständig überprüfen lassen	Gib die Funktionen in GeoGebra ein und überprüfe, ob du den Graphen richtig gezeichnet hast.
	- nach einem Beispiel fragen	Wie könnte die Zuordnungsvorschrift beispielsweise lauten? Hast du ein Beispiel, das deine MitschülerInnen herausfordert?
Verallgemeinern	- eine Verallgemeinerung anregen - Verallgemeinerbarkeiten untersuchen lassen	Welche allgemeine Schlussfolgerung können wir daraus ziehen? Ist das immer der Fall? Wann ist das noch der Fall?
Vertiefen	- nach alternativen Lösungen fragen	Hättest du es auch anders machen können?
	- die Effizienz der Aufgabenbearbeitung erhöhen lassen	Was ist der schnellste Weg, um das Ergebnis von 19*20 herauszufinden? Versuche herauszufinden, wie du die Aufgabe noch leichter lösen kannst.
	- den Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau heben (z. B. durch positive Überformung)	Genau: Die Geraden a und b liegen <u>parallel</u> zueinander, die Gerade c verläuft <u>windschief</u> zu a und b.
	- den Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau heben lassen	Versuche in deine Aussage die Fachbegriffe „parallel“ und „windschief“ einzubauen.
Begründen	- Begründungen einfordern	Warum ist das etwas Neues? Was ist für dich das Neue? Warum kannst du nicht mit deinem bisherigen Vorgehen weitermachen?
	- eine Erklärung einfordern	Welche Rolle spielt ein Grenzprozess bei der Bestimmung der Ableitung? Erkläre mir, warum du mit deinem bisherigen Vorgehen nicht weitermachen kannst.

	Ansatz für einen Impuls	**Beispielimpuls(e)**
Reflektieren	- zur Reflexion anregen	Du bist ja schon bis hierhin gekommen. Wie bist du denn dabei vorgegangen? Wie zufrieden bist du mit deiner bisherigen Lösung? Woran kannst du sofort erkennen, dass die Lösung falsch ist? Wieso können wir uns sicher sein, dass dieses Ergebnis nicht stimmen kann? Welche Zwischenschritte sind für das Verständnis nötig?
	- den singulären Standort darstellen lassen	Was ist für dich ein Zehntel? Wie stehst du zu der Aussage? Was ist deine Position dazu? Nenne mir zwei Additionsaufgaben, eine leichte und eine schwierige.
Bewerten	- Ergebnissen / Regeln / Aussagen hinterfragen	Was müsste die Situation erfüllen, damit deine Aussage stimmt? Wann dürfen wir diese Regel anwenden?
	- Eine alternative Lösung / Deutung / Behauptung zur Diskussion stellen	Nimm Stellung zu folgender Aussage: Eine antiproportionale Zuordnung ist eine proportionale Zuordnung mit negativer Steigung.

Impulskatalog (Kurzversion)

28.08.2025

Was? Beim **I**mpulskatalog handelt es sich um eine **Sammlung von Impulsansätzen** für den Mathematikunterricht, die jeweils mit Beispielimpulsen verbunden sind.

Warum? Mit dem **I**mpulskatalog wird das Ziel verfolgt, die Vielfalt an **I**mpulsen für das Mathematiklernen abzubilden und die **Weiterentwicklung der Impulsgebung** von Lehrpersonen zu unterstützen.

Wie? Der **I**mpulskatalog ist wie folgt aufgebaut:
In der linken Spalte wird quer zu den anderen beiden Spalten das Tätigkeitsfeld aufgeführt. Hiermit sind die **Tätigkeiten der Lernenden** gemeint. Die Anordnung der Tätigkeitsfelder orientiert sich an den Taxonomiestufen nach Bloom, sodass die vorderen Tätigkeiten mit einem niedrigeren Anspruch an die Lernenden verbunden sind als die hinteren. Die mittlere Spalte enthält die zum Tätigkeitsfeld zugehörigen **Ansätze der Lehrperson**. Ähnliche Ansätze sind in derselben Zelle aufzufinden. Zu jedem Ansatz steht in der rechten Spalte mindestens ein **Beispielimpuls**. Die Beispielimpulse erheben nicht den Anspruch, allen Qualitätskriterien von **I**mpulsen gerecht zu werden. Sie lassen sich jedoch als Vorlage für einen **I**mpuls nutzen, der individuell an die Lernenden und die Situation anzupassen ist.

	Ansatz für einen Impuls	**Beispielimpuls(e)**
Mitteilen	- das vorhandene Wissen erfragen	Welche Funktionstypen kennst du bereits?
	- den Gedankengang erfragen	Was stört dich und warum? Wie bist du darauf gekommen?
	- nach bestimmten Eigenschaften fragen	Welchen Wert hat die Funktion bei x = 4?
	- nach Voraussetzungen fragen	Welche Informationen benötigst du, um weiterzumachen?
Erkennen	- eine Erklärung einbringen	Bei einer proportionalen Zuordnung wird dem Doppelten eines x-Werts auch das Doppelte des zugehörigen y-Werts zugeordnet.
	- die Aufgabenstellung verdeutlichen	Wir suchen die Zahl, die mit sich selbst multipliziert 5 ergibt.
	- den Sinn einer Aufgabe / einer zu untersuchenden Frage bewusstmachen	Die Erarbeitung der Regeln wird uns zeigen, wie praktisch eine gute Theorie sein kann.
	- akzentuieren	Hier geht es um den Abstand zwischen den beiden Geraden.
Reduzieren	- die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen	Zunächst müssen wir die beiden Terme gleichsetzen. Dann müssen wir nach x auflösen und anschließend einsetzen.
	- die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen lassen	Welche einzelnen Schritte kannst du separieren?
	- akzentuieren lassen	Welche Informationen sind besonders wichtig?
	- den Grad der Elaborierung senken lassen	Wie würdest du das Problem einem Sechsjährigen erklären?
Untersuchen	- einen Spezialfall betrachten lassen	Untersuche deine Aussage für drei Personen.
	- die Fragestellung umkehren - die Blickrichtung ändern	Mit welcher Zahl würde es nicht funktionieren?
	- Muster erkennen lassen	Erkennst du darin ein Muster? Sortiere.
	- Vermutungen anstellen lassen - Hypothesen aufstellen lassen	Hast du eine Vermutung, was die Ursache dafür ist?
	- anregen, Fragen zu stellen	Welche Fragen fallen dir dazu ein?
Vergleichen	- Vergleiche anregen	Was ist der Unterschied zu den vorherigen Abschnitten?
	- Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Zusammenhänge erkunden lassen	Was für Unterschiede gibt es? Gibt es ein verbindendes Element zwischen den beiden?
	- systematisches Variieren anregen - Veränderungen wahrnehmen lassen	Was kannst du an der Ausgangssituation verändern, sodass die Lösung immer noch gleichbleibt?
	- nach Parallelfällen fragen	Welche Funktionen kennst du, die ähnlich verlaufen?

	Ansatz für einen Impuls	**Beispielimpuls(e)**
Übersetzen	- Darstellungsebene wechseln lassen - andere Zugangsweisen wählen lassen	Kannst du mir diese Addition auf einer Zahlengeraden zeigen?
	- unterschiedliche Sprech- bzw. Schreibweisen in den Blick nehmen	Anstelle von ‚dreihundertfünfzehn' kann man auch sagen ‚drei Hunderter, ein Zehner, fünf Einer'.
	- in einen Kontext einbetten	Wenn eine Bäuerin ihren Kühen weniger Futter gibt, brauchen sie mehr Zeit zum Fressen. Kann das stimmen?
Vernetzen	- vertraute Darstellungen wachrufen - auf Bekanntes zurückführen lassen	An was erinnert dich das? Woher kennen wir das schon?
	- ähnliche Fälle suchen und gegen das Neue abgrenzen lassen - zur Analogiebildung auffordern	Wo hast du etwas Ähnliches schon einmal gesehen? Was war dort anders? Was ist das Neue daran? Wie hängt Neues und Altes zusammen?
Folgern	- eine Annahme treffen und gedanklich verfolgen lassen	Stell dir vor, du zerteilst den Graphen in diesem Bereich in ganz kleine Geradensegmente. Wie könnte dir das helfen?
	- die Aufgabe als gelöst betrachten lassen	Stell dir vor, du hättest die Aufgabe gelöst. Welche Schlüsse könntest du aus dem Ergebnis ziehen?
Sichern	- (Zwischen-)Ergebnisse festhalten	In der ersten Funktionsvorschrift müssen wir also ein +1 ergänzen.
	- mit Lösungen überprüfen lassen	Überprüfe deine Lösung anhand der Musterlösung.
	- nach einem Beispiel fragen	Hast du ein Beispiel, das die anderen herausfordert?
Verallgemeinern	- eine Verallgemeinerung anregen - Verallgemeinerbarkeiten untersuchen lassen	Welche allgemeine Schlussfolgerung können wir daraus ziehen? Ist das immer der Fall? Wann ist das noch der Fall?
Vertiefen	- nach alternativen Lösungen fragen	Hättest du es auch anders machen können?
	- die Effizienz der Aufgabenbearbeitung erhöhen lassen	Versuche herauszufinden, wie du die Aufgabe noch leichter lösen kannst.
	- den Beitrag auf ein anderes fachsprachliches Niveau heben lassen	Versuche in deine Aussage die Fachbegriffe „parallel" und „windschief" einzubauen.
Begründen	- Begründungen einfordern	Warum ist das etwas Neues? Warum kannst du nicht mit deinem bisherigen Vorgehen weitermachen?
	- eine Erklärung einfordern	Erkläre mir, warum du mit deinem bisherigen Vorgehen nicht weitermachen kannst.
Reflektieren	- zur Reflexion anregen	Woran kannst du überprüfen, ob deine Lösung stimmt?
	- den singulären Standort darstellen lassen	Was ist für dich ein Zehntel? Wie stehst du zu der Aussage? Was ist deine Position dazu? Nenne mir zwei Additionsaufgaben, eine leichte und eine schwierige.
Bewerten	- Ergebnissen / Regeln / Aussagen hinterfragen	Was müsste die Situation erfüllen, damit deine Aussage stimmt? Wann dürfen wir diese Regel anwenden?
	- Eine alternative Lösung / Behauptung zur Diskussion stellen	Nimm Stellung zu folgender Aussage: Eine antiproportionale Zuordnung ist eine proportionale Zuordnung mit negativer Steigung.

Verschieben von quadratischen Funktionen

Aufgabe:

Ordnen Sie den blau gekennzeichneten Impulsen der Lehrperson einen passenden Ansatz aus dem Impulskatalog zu. Notieren Sie außerdem im Kommentarfeld, was Ihnen in Verbindung mit der Impulsgebung wichtig erscheint (z. B. mögliche Intentionen der Lehrperson, eventuelle Ursachen für ein Misslingen, Verständnisschwierigkeiten der Schülerin, ...).

Hinweis: Sie können auch mehrere Ansätze zu einem Impuls zuordnen.

Nr.	Sprechakt	Ansatz des Impulses	Kommentar
L geht herum und sieht nach den Hausaufgaben, während die SuS sie mit Lösungen abgleichen.			
1	L: S, zeig mal deine Hausaufgaben.	[noch kein Impuls]	L möchte sich ein Bild von dem Lernstand des Schülers machen.
2	S: Das ist meine Hausaufgabe.		
3	L: Was war das Problem bei der 7?	- den Gedankengang erfragen - zur Reflexion anregen	L erkennt, dass die Aufgabe dem Schüler Schwierigkeiten bereitet hat und möchte mehr darüber herausfinden. Impuls zum Erfassen des Lernstandes.
4	S: Weil...Ich hab... Ich versteh das alles nicht.		
5	L: Das ist ein bisschen zu kurzgefasst. [L nimmt das Buch und spricht kurz mit einer anderen Schülerin] Also. Funktion x + d. Was macht die, dieses d, mit dem Funktionsgraphen?		
6	S: [Kurze Pause] Ja, das verschiebt das in irgendeine Richtung.		
7	L: Genau, in welche denn, x oder y?		
8	S: Ehm, y, nein x.		

9	L: Genau, in x- Richtung ist das verschoben. So, jetzt wird noch gesagt, da sind Nullstellen bei 1 und bei 7. Das hättest du ja schonmal zeichnen können, oder?		
10	S: Nullstellen bei 1 ... achso, ja.		
11	L: ´Ne, kann man ein Koordinatensystem zeichnen. Machste ´ne Nullstelle bei 1 und ´ne Nullstelle bei 7. Dass man es so mal verbildlicht.		
12	S: Aber ich muss ja nichts zeichnen, da stand ja nichts von zeichnen.		
13	L: Nee, aber das kann man trotzdem machen.		
14	S: Achso.		
15	L: Das stimmt schon, da steht nichts von zeichnen. Weil, der Lösungsweg, der soll ja dir überlassen werden. Aber wenn man nicht weiterkommt, würde ich erstmal zeichnen. Also, bei 7 hast du ein bisschen Platz, oder?		
16	S: Ja.		
17	L: Da zeichnest du jetzt mal ein Koordinatensystem, und zeichnest die Nullstellen ein. Und dann kannst du mit den Nullstellen schonmal so ungefähr den Parabelverlauf einzeichnen. Und dann siehst du glaube ich, wie die Form der Parabel aussehen müsste.		
[L geht weiter herum]			

Quelle: LMU UnterrichtsMitschau (2014): Quadratische- und Parabelfunktion. UnterrichtOnline.org. https://unterrichtonline.org/node/105.

C.1.7 M7

Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase

Aufgabe 1:

Lassen Sie sich (z. B. von einer Ausbildungslehrerin oder einem Mitreferendar) im Hinblick auf Ihre Impulsgebung **beobachten**:
- Nehmen Sie sich ein Qualitätskriterium vor, das Sie mit Ihren Impulsen umsetzen möchten (z. B. unmittelbares Ermöglichen der Produktion) und teilen Sie es der beobachtenden Person im Vorfeld mit.
- Lassen Sie die beobachtende Person einen der zur Verfügung gestellten Beobachtungsbögen ausfüllen.
- Reflektieren Sie (am besten mit der beobachtenden Person zusammen) die Umsetzung Ihres Anspruchs.

Reflexion (min. 3 Punkte):

Aufgabe 2:

Beobachten Sie sich im Hinblick auf Ihr Handlungsrepertoire bei der Impulsgebung **selbst**.
- Suchen Sie sich drei Ansätze für Impulse aus dem Impulskatalog heraus, die Sie (verstärkt) in Ihr Handlungsrepertoire aufnehmen möchten.
- Achten Sie während Ihres Unterrichts darauf, die Ansätze bei Ihrer Impulsgebung zur Verfügung zu haben.
- Reflektieren Sie, inwiefern Sie Ihr Handlungsrepertoire für die Impulsgebung erweitern konnten.

Reflexion (min. 3 Punkte):

Hinweis: Sie müssen die Reihenfolge der Aufgaben nicht einhalten. Nach Möglichkeit sollte jeweils eine Stunde beobachtet werden. Wählen Sie Stunden aus, in denen Phasen der Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit geplant sind.

C.1.8 M8

Beobachtungsbogen zur Impulsgebung im Unterricht

Klasse: Thema:

Phase	GS*	Wörtlich formulierter Impuls	Kurze Beschreibung der Situation	Wirkung des Impulses	Kommentar
☐ Einstieg ☐ Erarbeitung ☐ Sicherung ☐ Diskussion ☐ Sonstiges: _____	☐ UG ☐ EG ☐ GG				

Phase	GS	Wörtlich formulierter Impuls	Kurze Beschreibung der Situation	Wirkung des Impulses	Kommentar
☐ Einstieg ☐ Erarbeitung ☐ Sicherung ☐ Diskussion ☐ Sonstiges: _____	☐ UG ☐ EG ☐ GG				

Phase	GS	Wörtlich formulierter Impuls	Kurze Beschreibung der Situation	Wirkung des Impulses	Kommentar
☐ Einstieg ☐ Erarbeitung ☐ Sicherung ☐ Diskussion ☐ Sonstiges: _____	☐ UG ☐ EG ☐ GG				

Phase	GS	Wörtlich formulierter Impuls	Kurze Beschreibung der Situation	Wirkung des Impulses	Kommentar
☐ Einstieg ☐ Erarbeitung ☐ Sicherung ☐ Diskussion ☐ Sonstiges: _____	☐ UG ☐ EG ☐ GG				

*GS – Gesprächssituation; UG – Unterrichtsgespräch; EG – Einzelgespräch, GG – Gruppengespräch

Beobachtungsbogen zur Impulsgebung im Unterricht

Klasse: Thema:

Situationsbeschreibung*	Wörtlich formulierter Impuls	Reaktionen	Kommentar

*z.B. auch: UG – Unterrichtsgespräch; EG – Einzelgespräch, GG – Gruppengespräch

Beobachtungsbogen zur Impulsgebung im Unterricht

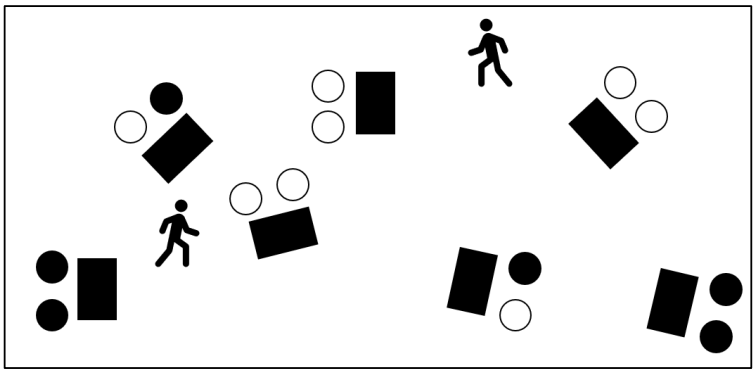
Klasse: 8 Thema: Binomische Formeln

Situationsbeschreibung*	Wörtlich formulierter Impuls	Reaktionen	Kommentar
Einzelarbeit: Multiplikation zweier Terme. LP geht herum und spricht SuS auf deren Lösungen an.	Nee. Das ist a plus b in Klammern mal a plus b in Klammern. Das gilt immer.	S: Oh! (S wirkt überrascht. LP geht weiter, S scheint seinen Fehler korrigieren zu können.)	Kurzer Impuls, LP kann direkt zum nächsten S weitergehen.
	Ja, das ist schon gut.	(S arbeitet weiter.)	
	Ja, das ist auch gut. Ja, das ist gut da (zeigt auf die Bearbeitung).	(S schaut kurz hoch und arbeitet dann weiter.)	Es bleibt offen: Warum genau ist das gut?
	Ja, [Name von S], das ist a plus b in Klammern mal a plus b in Klammern.	S: Ja. Ja. Wieder falsch gemacht. (LP ist bereits weitergegangen.)	
Kurzer Einschub im Plenum, da LP bei mehreren SuS bemerkt hat, dass diese einen Zwischenschritt überspringen.	Wenn wir das nicht als Potenz schreiben, was heißt das? Was müssen wir rechnen?	S: a plus b mal a plus b.	
	Ja, also das könnte man so schreiben (notiert an Tafel). Und wie rechnet ihr dann?	S: a mal a plus a mal b plus b mal a plus b mal b. LP: Ja. Jetzt wisst ihr wie. Und dann noch verrechnen, was verrechenbar ist.	LP notiert Pfeile zur Veranschaulichung an Tafel mit, Rechnung selbst wird nicht aufgeschrieben.

*z.B. auch: UG – Unterrichtsgespräch; EG – Einzelgespräch, GG – Gruppengespräch

C.1.9 M9

Methode Sesseltanz



Mögliche Anordnung der Tische und Stühle im Klassenraum.

Ablauf:

1. Die Lernenden notieren ihren Beitrag schriftlich auf einem Blatt Papier, auf dem sie einen Rand für Kommentare aussparen.
2. Die Beiträge bleiben auf den Tischen liegen. Die Lernenden wechseln den Sitzplatz und lesen sich die Beiträge der anderen durch. Nach Möglichkeit sollte es ein paar Stühle mehr geben als Personen, damit flexibler gewechselt werden kann.
   Hinweis: Wenn einzelne Lernende ihren Beitrag nicht mit anderen teilen möchten (z. B. weil der Beitrag zu persönlich ist), sollte dies respektiert werden. Die Lernenden bleiben dann an ihrem Platz sitzen und blockieren ihn damit für die anderen. Dies hat zur Konsequenz, dass sie die Beiträge der anderen nicht lesen können. Beim nächsten Mal werden sie sich gut überlegen, ob sie nicht doch neugierig genug sind und ihren Platz frei machen.
3. Die Lernenden dürfen die Beiträge am Rand kommentieren. Hierfür können je nach Lerngruppe individuelle Regeln festgelegt werden. Beispiel: Es dürfen nur positive Anmerkungen gemacht werden; die Kommentare werden mit Namen unterschrieben, um spätere Rückfragen zu ermöglichen; wird kein Kommentar vorgenommen, wird ein Häkchen unter den Text gesetzt.
4. Wenn die Lernenden einen Beitrag gelesen haben, dürfen sie zu einem freien Platz wechseln und einen weiteren Beitrag lesen. Es müssen nicht alle Beiträge gelesen werden.
   Alternative: Die Lehrperson gibt vor, zu welchem Zeitpunkt alle Lernenden den Sitzplatz wechseln.
5. Alle kehren an ihren ursprünglichen Platz zurück und erhalten ein paar Minuten Zeit, um sich die Kommentare zu ihrem Beitrag durchzulesen.
6. Im Plenum findet ein Austausch statt. Dieser kann bewusst offen gehalten werden oder sich auf konkrete Beiträge beziehen. Beispiel: Welcher Beitrag hat euch besonders gut gefallen, und warum?

Voraussetzungen:

- Die Lernenden haben sich selbstständig mit einem Inhalt auseinandergesetzt und dazu etwas schriftlich notiert.

- Die Lernenden sind in der Lage, konstruktives Feedback zu geben bzw. beherrschen die vorgegebenen Regeln zum Kommentieren der Beiträge.
- Die Lernenden bringen ein gewisses Maß an Disziplin mit (Stillarbeit, leises Wechseln des Sitzplatzes).
- Die Räumlichkeiten sollten genügend Freiraum bieten.

Vorteile:

- Hohe Lernendenaktivierung
- Gleichzeitige Aktivierung aller Lernenden
- Individualisiertes Vorgehen möglich (alle in ihrem eigenen Tempo)
- Würdigung aller Lernendenbeiträge (Sichtbarkeit, dass die Beiträge gelesen wurden, durch Kommentar oder Häkchen)
- Entlastung der Lehrperson (die Lernenden übernehmen gegenseitig die Rolle des Feedback-Gebens)
- Kurze Bewegungsmöglichkeit durch Sitzplatz-Wechsel
- Intensive Einblicke in die Ideen der anderen
- Das Verfassen des Beitrags kann auch als Hausaufgabe gegeben werden. Wenn Lernende diese nicht gemacht haben sollten, können sie trotzdem Feedback geben und am Sesseltanz teilnehmen. (*Vorsicht: Dies sollte nicht den Hinweis aus Punkt 2. aushebeln*)

Nachteile:

- Hoher Zeitaufwand
- Die Lehrperson kann das Feedback der Lernenden nicht kontrollieren (z. B. wenn unsachlich Kritik geübt wird)
- Hohe Anfälligkeit für Störungen (z. B. lautes Stühlerücken)

Literatur:

Ruf, R. & Gallin, P. (2018): Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Band 1: Austausch unter Ungleichen. 6. Auflage. Kallmeyer.

C.1.10 M10

Größen umwandeln

Beispielsituation:

Sie behandeln in Ihrem Unterricht aktuell das Umwandeln von Größen. Während die Lernenden ihre Aufgaben bearbeiten, gehen Sie durch den Klassenraum und sehen die untenstehende Bearbeitung eines Schülers.

4 Gib in der Einheit an, die in der Klammer steht.

a) 5,38 m (km)

5,38 m = 5380 km

Aufgabe:

Formulieren Sie Impulse an den Schüler und notieren Sie sie wörtlich. Wählen Sie als Titel den Ansatz des Impulses.
Beispiel: „*Eine Feststellung machen*. Der Umrechnungsfaktor, den du verwendet hast, ist richtig.“

(Sehen Sie sich die Impulse der anderen Gruppen an und kommentieren Sie sie bei Bedarf. Kennzeichnen Sie Ihren Kommentar, indem Sie ihn unter den Impuls setzen und „Kommentar:“ davor schreiben.)

C.1.11 M11

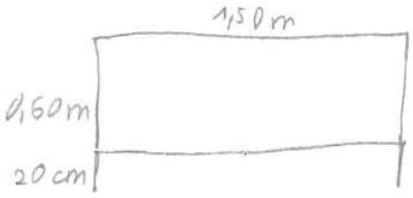
Rollenspiel 1

Im folgenden Rollenspiel arbeiten Sie mit einer weiteren Person zusammen. Sie übernehmen beide jeweils eine Rolle. Es gibt die Rolle der Lehrperson und die Rolle einer Schülerin bzw. eines Schülers. Teilen Sie sich zunächst eine Rolle zu und bearbeiten Sie dann die Aufgaben.

Rolle: Lehrperson

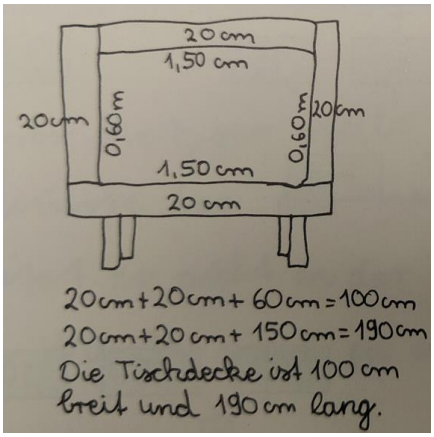
Ihre SchülerInnen bearbeiten in Einzelarbeit Aufgaben aus dem Lernheft. Sie gehen im Klassenraum umher und sehen sich die Bearbeitungen an. Dabei fällt Ihnen die folgende fehlerhafte Bearbeitung auf.

1 Ein Tisch ist 1,50 m lang und 0,60 m breit. Wenn man die Tischdecke auflegt, hängt sie an allen Seiten 20 cm über. Wie lang und wie breit ist die Tischdecke?



A: Die Tischdecke ist 1,50 m lang und 20,60 m breit.

Die richtige Lösung der Aufgabe könnte zum Beispiel so aussehen:



Aufgabe:

Geben Sie der Schülerin / dem Schüler Impulse. Sie bzw. er soll ihren bzw. seinen Fehler erkennen und sich aktiv mit den Inhalten auseinandersetzen.

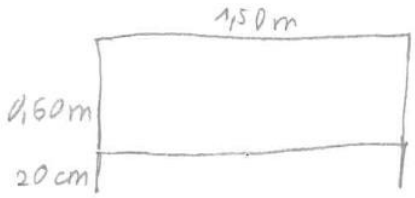
Rollenspiel 1

Im folgenden Rollenspiel arbeiten Sie mit einer weiteren Person zusammen. Sie übernehmen beide jeweils eine Rolle. Es gibt die Rolle der Lehrperson und die Rolle einer Schülerin bzw. eines Schülers. Teilen Sie sich zunächst eine Rolle zu und bearbeiten Sie dann die Aufgaben.

Rolle: SchülerIn

Sie haben die Aufgabe 1 wie folgt bearbeitet.

1 Ein Tisch ist 1,50 m lang und 0,60 m breit. Wenn man die Tischdecke auflegt, hängt sie an allen Seiten 20 cm über. Wie lang und wie breit ist die Tischdecke?



A: Die Tischdecke ist 1,50 m lang und 20,60 m breit.

In einer Skizze haben Sie zunächst die Tischdecke so eingezeichnet, als würde man sie von der Seite sehen (3D-Zeichnung noch nicht möglich). Daher sieht man auch nur die vorderen Enden, die überhängen. Außerdem wissen Sie nicht, wie man 20 cm in m umrechnet.

Aufgabe:

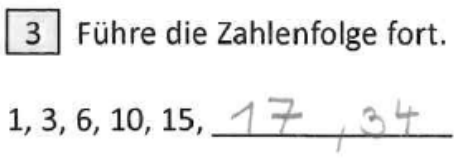
Reagieren Sie auf die Impulse der Lehrperson interessiert, aber mit wenig Verständnis für die mathematischen Anregungen.

Rollenspiel 2

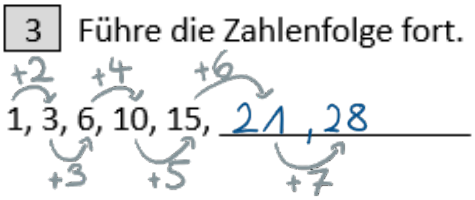
Im folgenden Rollenspiel arbeiten Sie mit einer weiteren Person zusammen. Sie übernehmen beide jeweils eine Rolle. Es gibt die Rolle der Lehrperson und die Rolle einer Schülerin bzw. eines Schülers. Teilen Sie sich zunächst eine Rolle zu und bearbeiten Sie dann die Aufgaben.

Rolle: Lehrperson

Ihre SchülerInnen bearbeiten in Einzelarbeit Aufgaben aus dem Lernheft. Sie gehen im Klassenraum umher und sehen sich die Bearbeitungen an. Dabei fällt Ihnen die folgende fehlerhafte Bearbeitung auf.



Bei der Zahlenfolge handelt es sich um die Dreieckszahlen. Die richtige Lösung wäre:



Aufgabe:

Geben Sie der Schülerin / dem Schüler Impulse. Sie bzw. er soll ihren bzw. seinen Fehler erkennen und sich aktiv mit den Inhalten auseinandersetzen.

Rollenspiel 2

Im folgenden Rollenspiel arbeiten Sie mit einer weiteren Person zusammen. Sie übernehmen beide jeweils eine Rolle. Es gibt die Rolle der Lehrperson und die Rolle einer Schülerin bzw. eines Schülers. Teilen Sie sich zunächst eine Rolle zu und bearbeiten Sie dann die Aufgaben.

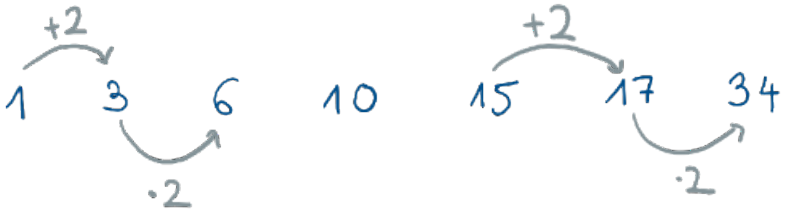
Rolle: SchülerIn

Sie haben die Aufgabe 3 wie folgt bearbeitet:

3 Führe die Zahlenfolge fort.

1, 3, 6, 10, 15, 17, 34

Sie haben sich zunächst die ersten beiden Zahlen angeschaut und festgestellt, dass + 2 gerechnet wurde. Dann muss die 3 verdoppelt werden, um auf die 6 zu kommen. Entsprechend haben Sie zur 15 + 2 gerechnet und die 17 dann verdoppelt.



Aufgabe:

Reagieren Sie auf die Impulse der Lehrperson interessiert. Sie möchten zunächst an ihrem gefundenen Muster festhalten. Versuchen Sie, altersgemäß einfach zu sprechen.

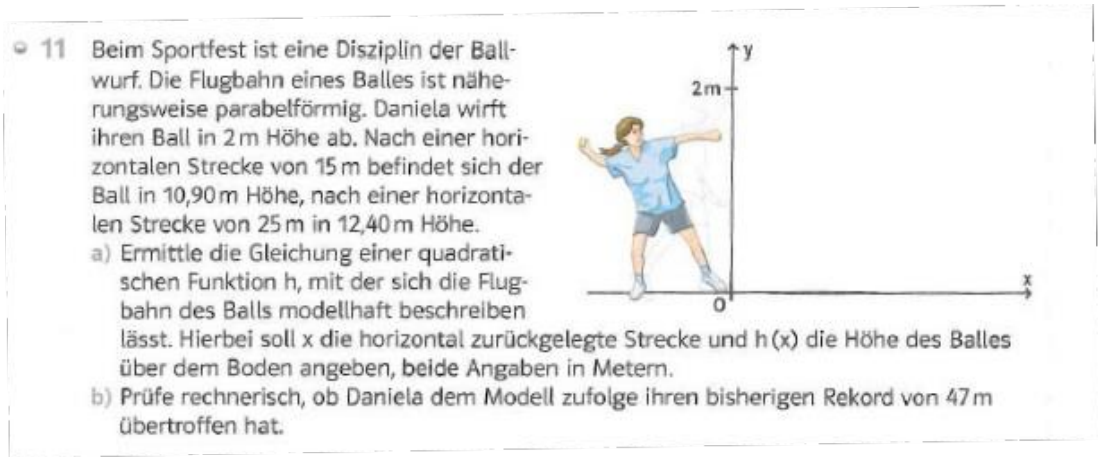
C.1.12 M12

Ballwurf

Vorbemerkung: Eine **Lernstufe** beschreibt Fähigkeiten und Kenntnisse, die Lernende im Laufe des Lernprozesses erreichen oder zur Bewältigung einer Aufgabe benötigen. Sie sind nach Möglichkeit so differenziert, dass das Erreichen einer Lernstufe die vorangehende Lernstufe voraussetzt. Dies ist jedoch abhängig von den jeweiligen Inhalten und kann nicht immer gewährleistet werden. Zusätzlich können die Lernstufen den Taxonomiestufen nach Bloom zugeordnet werden.
Die Einordnung von Lernständen mithilfe der Lernstufen ermöglicht es der Lehrperson, den nächsten Schritt im Lernprozess der Schülerinnen und Schüler besser abzuschätzen und damit ihre Impulsgebung dem fachlichen Fortschritt entsprechend gezielter auszurichten.

Aufgabe:

Differenzieren Sie Lernstufen für die folgende Schulbuchaufgabe.



11 Beim Sportfest ist eine Disziplin der Ballwurf. Die Flugbahn eines Balles ist näherungsweise parabelförmig. Daniela wirft ihren Ball in 2 m Höhe ab. Nach einer horizontalen Strecke von 15 m befindet sich der Ball in 10,90 m Höhe, nach einer horizontalen Strecke von 25 m in 12,40 m Höhe.

a) Ermittle die Gleichung einer quadratischen Funktion h, mit der sich die Flugbahn des Balls modellhaft beschreiben lässt. Hierbei soll x die horizontal zurückgelegte Strecke und h(x) die Höhe des Balles über dem Boden angeben, beide Angaben in Metern.

b) Prüfe rechnerisch, ob Daniela dem Modell zufolge ihren bisherigen Rekord von 47 m übertroffen hat.

Lambacher Schweizer Mathematik 8, Nordrhein-Westfalen, G8, Ausgabe 2011.

Beispiel:

Lernstufe	Beschreibung
1	Wissen, dass eine Parabel eine quadratische Funktion z. B. der Form $f(x) = ax^2 + bx + c$ mit $a, b, c \in \mathbb{R}$ ist.

Hinweis: Das Differenzieren von Lernstufen ist nicht eindeutig. Verschiedene Lösungen sind möglich.

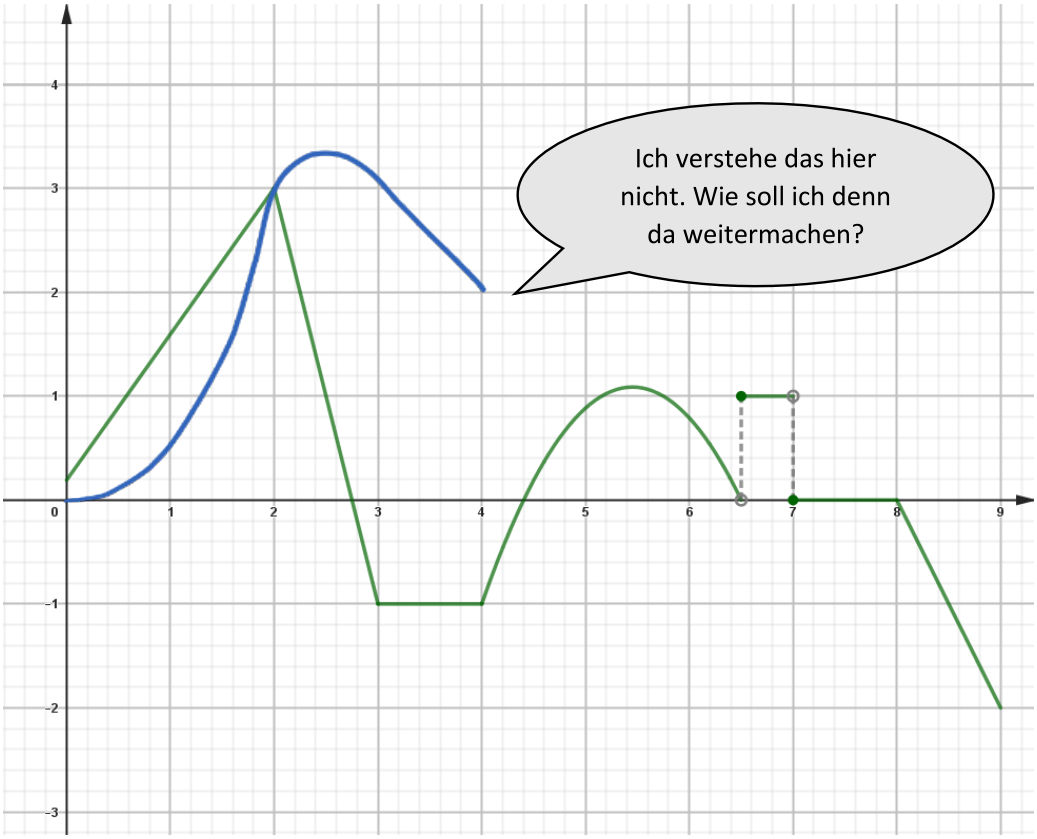
C.1.13 M13

Graphisches Integrieren

Beispielsituation:

Sie haben im Unterricht bereits das grundlegende Vorgehen zum Skizzieren einer Flächeninhaltsfunktion bei linearen Funktionen erarbeitet. Der Begriff des orientierten Flächeninhalts sollte den Lernenden ebenfalls bekannt sein. Im nächsten Schritt werden zusammengesetzte Funktionen betrachtet. Dazu bekommen die Schülerinnen und Schüler folgende Aufgabe:

Zeichne den Graphen der Funktion, die zu einer Stelle x den Flächeninhalt der Fläche zwischen 0 und x angibt. Nutze dazu das gegebene Koordinatensystem.



(nach Salle/vom Hofe 2020, S. 41)

Währen der Bearbeitung gehen Sie durch den Klassenraum. Sie sehen, dass ein Schüler nicht weitermachen kann. Er sagt: „Ich verstehe das hier nicht. Wie soll ich denn da weitermachen?“ (*Er zeigt auf den Bereich ab x = 4*).

Aufgabe:

Formulieren Sie Impulse an den Schüler und notieren Sie sie wörtlich.

<u>Literatur:</u>

Salle, A. & vom Hofe, R. (2020): Graphisch in die Analysis. Transferprozesse bei der Entwicklung des Ableitungs- und Integralbegriffs. In: mathematiklehren 218, S. 39-43.

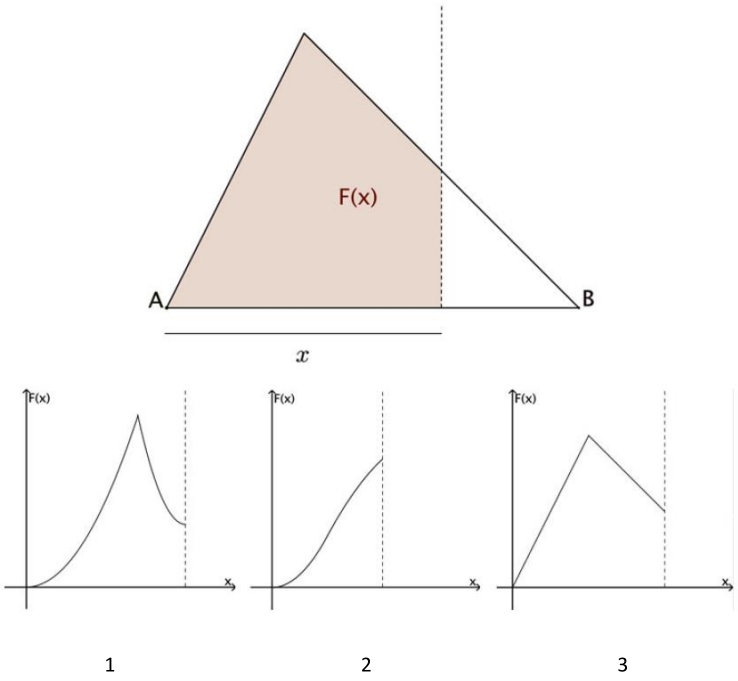
C.1.14 M14

Integration

Beispielsituation:

Sie haben in Ihrem Unterricht die Integralfunktion als Flächeninhaltsfunktion eingeführt. Sie stellen Ihrer Lerngruppe die folgende Aufgabe und erhalten von einem Schüler die untenstehende Antwort.

Aufgabe: Die gestrichelte Linie wird vom Punkt A um die Entfernung x nach rechts gezogen. Der Wert F(x) gibt die Größe des farbig markierten Flächeninhalts an. Welcher Graph passt?



(nach Schlöghofer 2000, zitiert nach Greefrath et al. 2016, S. 250)

Schüler: Graph 3 ist der richtige. Der Flächeninhalt steigt zunächst stark an und wird dann geringer.

Aufgabe:

Formulieren Sie Impulse an den Schüler und notieren Sie sie wörtlich.

(Sehen Sie sich die Impulse der anderen Gruppen an. Geben Sie eine Bewertung in Form von Sternen.)

Literatur:

Greefrath, G., Oldenburg, R., Siller, H.-S., Ulm, V., Weigand, H.-G. (2016): Didaktik der Analysis. Berlin: Springer.

Schlöghofer, F. (2000): Vom Foto-Graph zum Funktions-Graph. In: mathematiklehren 103, S. 16-17.

C.2 Einsatzmöglichkeiten (E)

C.2.1 E1

Einsatzmöglichkeiten – Assoziationen zur Impulsgebung

Voraussetzungen: Keine

Materialien: M1_Assoziationen zur Impulsgebung, M1_Assoziationen zur Impulsgebung_Foto, Folie F21 zu Assoziationen zur Impulsgebung

Ziel(e): Die Lernenden steigen in das Thema ein und aktivieren ihr Vorwissen hierzu, indem sie anhand eines Bildes Zusammenhänge zwischen der Impulsgebung und dem Billardspiel aufstellen.

Zeitaufwand: ca. 5-10 Min.

Schwierigkeitsgrad: Leicht

Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 5 Min.): Die Lehrperson zeigt das Bild und führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden notieren ihre Assoziationen im Chat oder über ein digitales Tool, sodass die Ergebnisse sofort für alle sichtbar sind. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und fasst die Ergebnisse zusammen.

Variante 2 (ca. 10 Min.): Die Lehrperson zeigt das Bild und führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden notieren ihre Assoziationen auf Notizzetteln. Anschließend stellen sie ihre Ergebnisse vor und ordnen ihren Zettel einem Bereich auf dem Bild zu.

Mögliche Lösungen:

C.2.2 E2

Einsatzmöglichkeiten – Qualitätskriterien von Impulsen

Voraussetzungen: Grundlagen zum Impulsbegriff

Zugehörige Materialien: M2_Qualitätkriterien von Impulsen, M2_ Qualitätskriterien von Impulsen_Aufgabe, Folien F31-38 zu Qualitätskriterien von Impulsen, (Folien F39-40 und F59)

Ziel(e): Die Lernenden erarbeiten sich Qualitätskriterien von Impulsen, indem sie beispielhafte Impulse anhand der Merkmale einordnen.

Zeitaufwand: ca. 50 Min.

Schwierigkeitsgrad: Schwierig

Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 40 Min.): Die Lehrperson stellt nacheinander die Qualitätskriterien für Impulse vor (F31-38). Anschließend wenden die Lernenden die Kriterien zur Beurteilung von Impulsbeispielen an. Dazu können entweder Impulse genutzt werden, die von den Lernenden zuvor in einer Übung selbst formuliert worden sind, oder die aus einer vorangegangenen Beispielsituation bereits bekannt sind, (z. B. M13). Alternativ kann auf das Material M2_Qualitätskriterien von Impulsen_Aufgabe zurückgegriffen werden. Für die Bewertung kann eine Skala in Form von 0-5 Sternen oder das in dem eben erwähnten Material vorgeschlagene Raster herangezogen werden. Die Beurteilung kann auch in kleineren Gruppen vorgenommen werden. Im Anschluss findet eine Besprechung im Plenum über die Ergebnisse sowie die angetroffenen Herausforderungen statt.

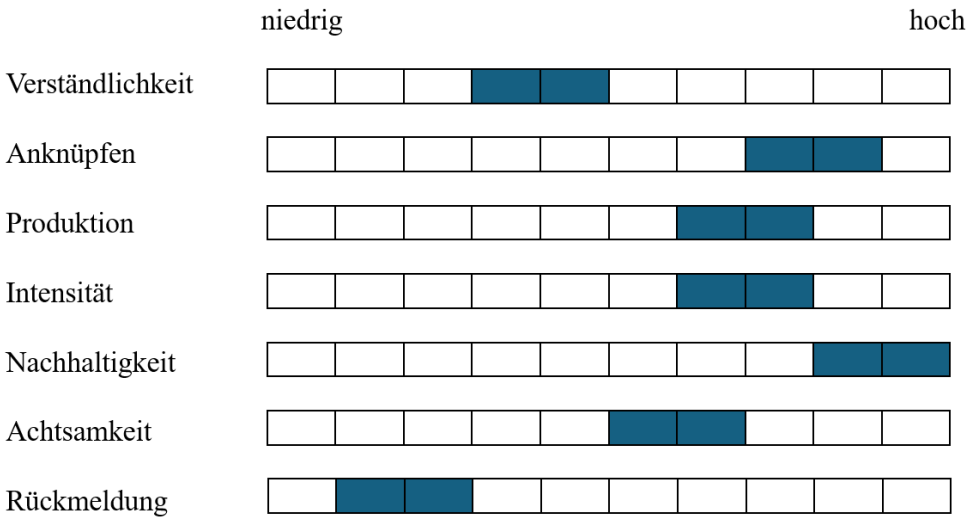
Variante 2 (ca. 50 Min.): Die Lerngruppe sammelt kurz, was ihnen bei Impulsen besonders wichtig erscheint. Anschließend sichten die Lernenden das Material M2_Qualitätskriterien von Impulsen. Nach einer Klärung von eventuellen Verständnisfragen wenden die Lernenden die Kriterien zur Beurteilung von Impulsbeispielen an. Dazu können entweder Impulse genutzt werden, die von den Lernenden zuvor in einer Übung selbst formuliert worden sind, oder die aus einer vorangegangenen Beispielsituation bereits bekannt sind (z. B. M13). Alternativ kann auf das Material M2_Qualitätskriterien von Impulsen_Aufgabe zurückgegriffen werden. Für die Bewertung kann eine Skala in Form von 0-5 Sternen oder das in dem eben erwähnten Material vorgeschlagene Raster herangezogen werden. Die Beurteilung kann auch in kleineren Gruppen vorgenommen werden. Im Anschluss findet eine Besprechung im Plenum über die Ergebnisse sowie die angetroffenen Herausforderungen statt.

Variante 3 (mit Erprobungsphase): Die Lehrperson stellt nacheinander die Qualitätskriterien für Impulse vor (F31-38). Nach einer Klärung von eventuellen Verständnisfragen erhalten die Lernenden für die anschließende Erprobungsphase in der Schulpraxis den Auftrag, bei ihrer Impulsgebung bewusst auf die Berücksichtigung eines Qualitätskriteriums zu achten. Sie notieren schriftlich in mindestens drei Punkten die Reflexion zu ihrer Umsetzung. In der nächsten Sitzung tauschen sich die Lernenden anhand ihrer Erfahrungen und auf der Grundlage ihrer Notizen aus.

Mögliche Lösungen: (Varianten 1 und 2)

Hinweis: Es ist üblich, dass die Lernenden nicht auf die gleichen Ergebnisse kommen, sodass eine Beurteilung nicht immer eindeutig vorgenommen werden kann. Dennoch ist die Beurteilung gewinnbringend, da sich die Lernenden über die Wirkungen und Qualitäten eines Impulses austauschen und dabei evtl. auch auf Sichtweisen stoßen, die sie vorher nicht eingenommen hätten.

Impulsbeispiel 1:



Impulsbeispiel 4: „Beschreibe den Unterschied zwischen dem linearen Abschnitt und dem nächsten Abschnitt."

Begründung:

Damit dieser Impuls sein Ziel erreichen kann, muss der Schüler wissen, was ein linearer Abschnitt ist. Es ist außerdem nicht ganz klar, welcher lineare Abschnitt mit dem Impuls gemeint ist. Ggf. wäre es hilfreich, von den drei linearen Abschnitten zu sprechen, die der Schüler bereits bearbeitet hat. Dann wiederum ist jedoch darauf zu achten, keine Fehlvorstellung hervorzurufen: Eine lineare Abnahme (oder Zunahme) des Ausgangsgraphen geht nicht zwingend mit Monotonie der Flächeninhaltsfunktion einher.

Der Impuls knüpft inhaltlich an die Frage und an den Punkt an, wo der Schüler gerade feststeckt. Er legt dabei den Fokus auf die Unterschiede zwischen der Situation, die der Schüler noch händeln kann und der Situation, die ihm Schwierigkeiten bereitet.

Es ist wahrscheinlich, dass dadurch ein Produktionsschwung ausgelöst wird, auch wenn dieser zunächst in der Bearbeitung nicht sichtbar ist, sondern sich in der Identifikation des Unterschieds zwischen den Abschnitten widerspiegelt.

Es bleibt jedoch unklar, ob der Schüler durch die Identifikation des Unterschieds zu einem Ansatz für die Weiterarbeit findet. Wenn dem so ist, ist die Intensität des Impulses ebenfalls hoch.

Darüber hinaus ist der Impuls nachhaltig angelegt, da der Schüler aus der Identifikation des Unterschiedes selbstständig ableiten soll, wie er weiter vorgehen kann. Im Idealfall schließt er daraus auch auf eine allgemeine Strategie, die sich auch auf andere Probleme anwenden lässt.

Die Achtsamkeit ist als eher hoch einzustufen, da ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Umfang des Impulses und Ergebnis zu erwarten ist.

Das Impulsbeispiel ist ein gutes Beispiel dafür, dass das Qualitätskriterium der Rückmeldung seine Berechtigung hat. In diesem Fall gibt der Impuls keinerlei Aufschluss über die Korrektheit der bisherigen Bearbeitung. Für den Schüler wäre dies jedoch wichtig, damit er nach der Identifikation des Unterschieds weiß, auf welche Vorgehensweisen er zurückgreifen kann. Hier muss allein die Tatsache, dass die Lehrperson nicht weiter auf die bisherige Bearbeitung eingeht, ausreichen, um sie als richtig einzustufen. Dies kann Unsicherheiten erzeugen oder den Schüler zu einer Nachfrage veranlassen, ob sein bisheriges Ergebnis stimmt.

Impulsbeispiel 2:

Impulsbeispiel 6: „Stell‘ dir die Funktion näherungsweise abschnittsweise linear vor.“

Begründung:

Dieser Impuls ist sehr kurz und kompakt gehalten. Grundsätzlich ist er zwar eindeutig formuliert, durch die Fachbegriffe könnte seine Verständlichkeit jedoch stark eingeschränkt sein. Insbesondere das Wort 'näherungsweise' kann inhaltlich zu Grenzwertprozessen führen, die dem Schüler zu diesem Zeitpunkt vermutlich noch nicht ersichtlich sind. Der Impuls stellt zwar eine Antwort auf die vom Schüler gestellte Frage dar, auf die bisherige Bearbeitung geht der Impuls allerdings nicht ein. Somit ist das Anknüpfen nur eingeschränkt gegeben. Auch wenn die Lehrperson indirekt an das vorhandene Wissen anknüpft, indem sie davon ausgeht, dass das Integrieren bei linearen Abschnitten kein Problem darstellt, ist dies für den Schüler nicht sichtbar. Es findet also keine Rückmeldung statt. Dies wäre jedoch wünschenswert, damit der Schüler weiß, dass er auf seine bisherige Vorgehensweise zurückgreifen kann.

Vorausgesetzt dem Schüler sind alle Begriffe bekannt, so regt der Impuls stark die Produktion an, da er eine Hilfe zur Weiterarbeit bietet. Ggf. kann die Produktion durch den Zusatz "und wende deine bisherige Vorgehensweise auch auf diese Abschnitte an" noch verstärkt werden.

Darüber hinaus ist der Impuls sehr nachhaltig angelegt. Die Betrachtung des Funktionsgraphen als abschnittsweise linear kann je nach Ausführung zwar etwas aufwändiger sein, sie unterstützt im Gegenzug jedoch das Verständnis. Damit ist der Impuls sehr intensiv.

Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit kann diese sogar noch höher eingestuft werden, wenn der Schüler aus dem Impuls die Strategie ableitet, ein Problem in Teilprobleme zu zerlegen, die er beherrscht.

Die Achtsamkeit wird bei diesem Impuls jedoch nur als mäßig eingestuft, da der Rückgriff auf bereits Bekanntes zu implizit erfolgt.

C.2.3 E3

Einsatzmöglichkeiten – Stellenwert

Voraussetzungen: Keine (Variante 1) oder Kenntnis des Impulskatalogs (Variante 2)

Zugehörige Materialien: M3_Stellenwert, Folien F39-40 zur Aufgabe Stellenwert, ggf. M5_Impulskatalog (Variante 2)

Ziel(e): Die Lernenden machen erste Erfahrungen mit der Möglichkeit unterschiedlicher Ansätze bei der Impulsgebung, indem sie intuitiv Impulse zu einer Beispielsituation formulieren. (Variante 1)

Die Lernenden erhalten einen Einblick in die Herausforderungen bei der Impulsgebung, indem sie ihre Komplexität reflektieren. (Variante 1)

Die Lernenden erarbeiten sich unterschiedliche Ansätze für Impulse, indem sie Impulse formulieren und diese jeweils einem Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen oder umgekehrt zu verschiedenen Ansätzen aus dem Impulskatalog entsprechende Impulse formulieren. (Variante 2)

Zeitaufwand: ca. 30 Min.

Schwierigkeitsgrad: Leicht-Mittel

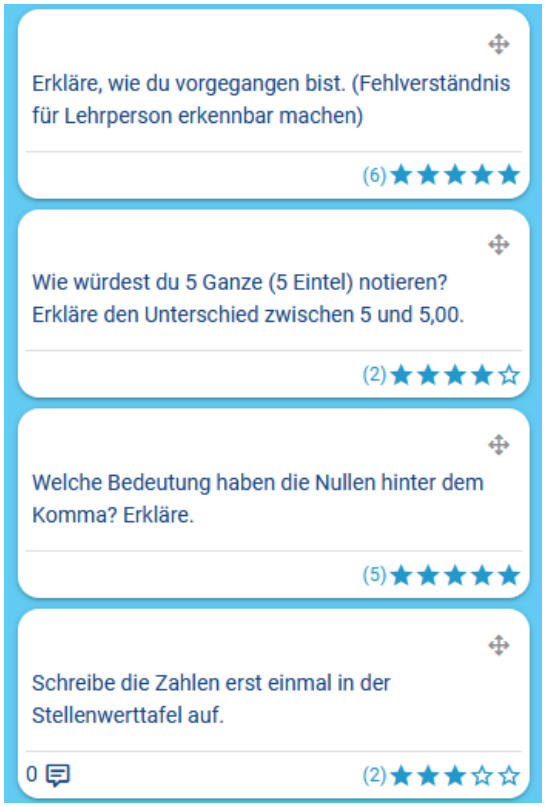
Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 25 Min.): Die Lehrperson führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden überlegen sich wörtliche Impulse und halten ihre intuitiven Eingaben über ein digitales Tool fest, sodass die Ergebnisse sofort für alle sichtbar sind. Sollten sie vor der vereinbarten Zeit bereits fertig sein, können sie die Impulse der anderen sichten und ihren spontanen Eindruck über die Qualität z. B. durch die Verteilung von Sternen beschreiben. Im Plenum schildern sie anschließend ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse vor. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und fasst die Diskussion zusammen. Hierbei sollten Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgestellt werden. Es ist wichtig zu betonen, dass die Bewertungen nicht auf gemeinsam festgelegten Qualitätskriterien beruhen, sondern es sich um intuitive Einschätzungen handelt. Abschließend werden die Lernenden dazu aufgefordert, zu reflektieren, wie leicht oder schwer ihnen die Aufgabe gefallen ist.

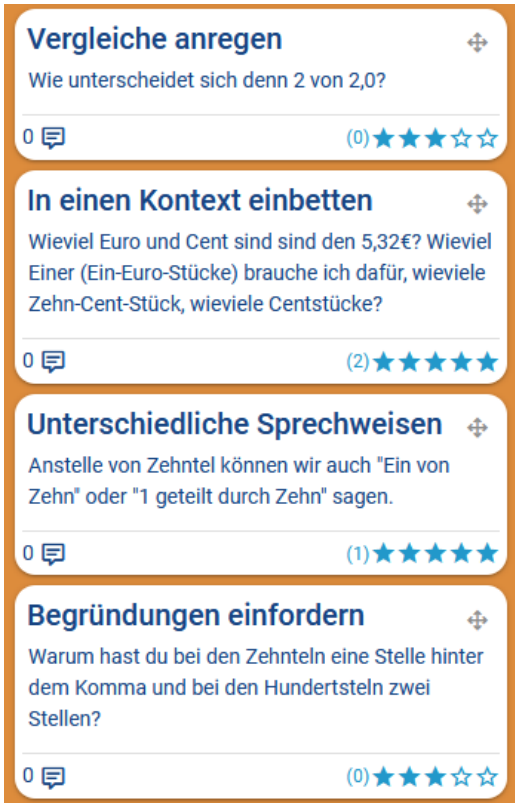
Variante 2 (ca. 30 Min.): Die Lehrperson führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden überlegen sich wörtliche Impulse auf der Grundlage des Impulskatalogs. Sie können dabei entweder einen Ansatz aus dem Impulskatalog wählen und dazu einen entsprechenden Impuls formulieren, oder zu einem formulierten Impuls einen Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen. Ihre Ergebnisse halten sie über ein digitales Tool oder auf Zetteln fest und machen sie den anderen zugänglich. Sollten sie vor der vereinbarten Zeit bereits fertig sein, können sie die Impulse der anderen sichten und ihren spontanen Eindruck über die Qualität z. B. durch die Verteilung von Sternen beschreiben. Im Plenum schildern sie anschließend ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse vor. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und macht auf die Vielfalt der Ansätze aufmerksam. Falls bereits die Qualitätskriterien von Impulsen behandelt wurden, kann abschließend auf die Bewertung der Impulse eingegangen werden. Möglich ist außerdem eine Diskussion darüber, inwiefern ein Impuls gleichzeitig mehreren Qualitätskriterien genügen kann.

Mögliche Lösungen:

Variante 1:



Variante 2:



C.2.4 E4

Einsatzmöglichkeiten – Learning-App

Voraussetzungen: Grundlagen zum Impulsbegriff

Zugehörige Materialien: M4_Learning-App, Folie F41 zur Learning-App, ggf. M5_Impulskatalog

Ziel(e): Die Lernenden verschaffen sich einen Überblick über den Impulskatalog mit seinen verschiedenen Impulsansätzen und zugehörigen Beispielen, indem sie über eine Learning-App für einen Teil der Impulsansätze passende Beispiele zuordnen.

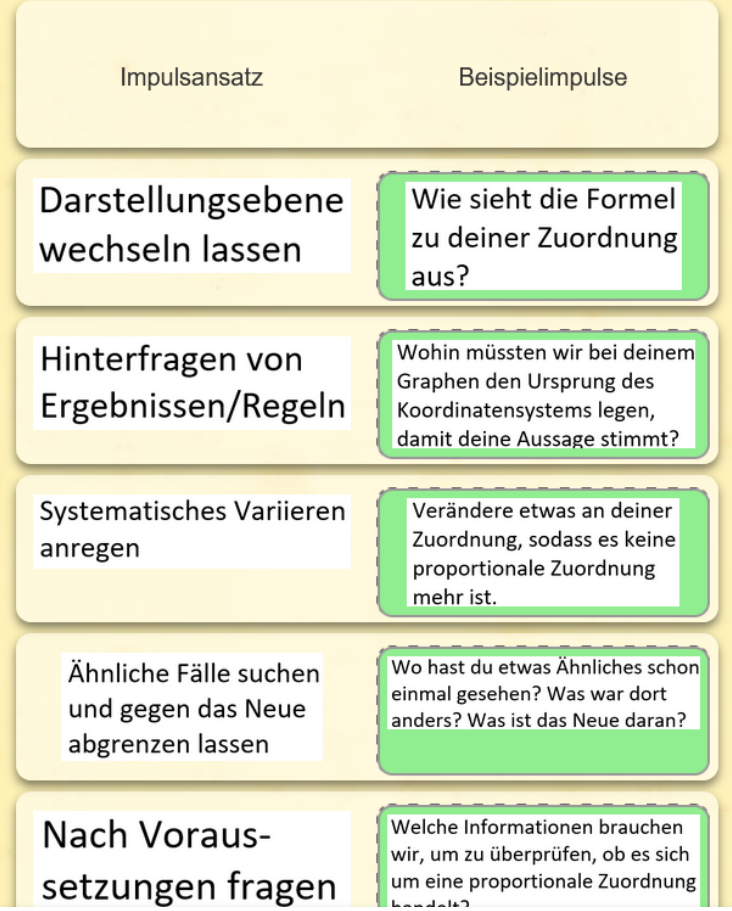
Zeitaufwand: ca. 5 Min.

Schwierigkeitsgrad: Mittel

Umsetzungsmöglichkeiten:

(Ca. 5 Min.) Die Lernenden erhalten Zugang zur Learning-App und ordnen vorgegebenen Impulsansätzen Beispielimpulse zu. Sie können ihr Ergebnis durch die App überprüfen lassen und haben die Möglichkeit, fehlerhafte Eingaben zu korrigieren. Die App soll den Einstieg in den Impulskatalog erleichtern, da hierbei nur eine stark reduzierte Anzahl an Impulsbeispielen betrachtet wird. Im Anschluss bietet sich ein tieferer Einstieg in den Impulskatalog an (M5).

Mögliche Lösungen:



C.2.5 E5

Einsatzmöglichkeiten – Impulskatalog

Voraussetzungen: Grundlagen zum Impulsbegriff

Zugehörige Materialien: M5_Impulskatalog bzw. M5_Impulskatalog_Kurzversion, M4_Learning-App, Folie F41 zur Learning-App

Ziel(e): Die Lernenden erhalten einen ersten Eindruck der Vielfalt von Impulsansätzen, indem sie in einer App Beispielimpulse zu Ansätzen zuordnen und einen Impulskatalog mit Ansätzen sichten (Varianten 1 und 2).

Die Lernenden machen sich mit der Identifikation von Impulsansätzen vertraut, indem sie zu konkreten Impulsen einer Lehrperson dahinterliegende Ansätze identifizieren (Variante 1).

Die Lernenden arbeiten heraus, dass mit einem Impuls mehrere Ansätze verfolgt werden können, indem sie über die verschiedenen Ansatzmöglichkeiten eines Impulses diskutieren (Variante 1).

Die Lernenden erarbeiten sich unterschiedliche Ansätze für Impulse, indem sie zu verschiedenen Ansätzen aus dem Impulskatalog entsprechende Impulse formulieren (Variante 2).

Zeitaufwand: ca. 40 Min.

Schwierigkeitsgrad: Mittel

Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 35 Min.): Die Teilnehmenden erarbeiten sich den grundlegenden Aufbau des Impulskatalogs mithilfe der Learning-App. Da der Katalog sehr umfangreich ist, ist die reduzierte Erarbeitung anhand der App sinnvoll, sie kann aber auch zur Wahl gestellt werden. Alternativ kann auch mit der Kurzversion des Impulskatalogs gearbeitet werden. Da diese jedoch auf viele Impulsansätze und Beispiele verzichtet, ist ein solches Vorgehen nicht zu empfehlen. Anschließend verschaffen sich die Teilnehmenden einen Überblick über den gesamten Impulskatalog. Dieser muss nicht vollumfassend durchgearbeitet werden. Die Teilnehmenden sollten den Aufbau des Katalogs erfassen und einzelne Ansätze mit den zugehörigen Beispielimpulsen sichten.
Nun sollen die Teilnehmenden den Impulskatalog auf der Grundlage einer Beispielsituation anwenden, indem sie zu vorgegebenen Impulsen passende Ansätze aus dem Impulskatalog zuordnen. Dazu können entweder Impulse genutzt werden, die von den Lernenden zuvor in einer Übung selbst formuliert worden sind, oder die aus einer vorangegangenen Beispielsituation bereits bekannt sind. Siehe hierzu M6.

Hinweis: Für diese Variante wird ein Zugang zu unterrichtonline.org benötigt. Alternativ reicht das Transkript der Unterrichtssituation aus. Da die Stimmen in dem Unterrichtsausschnitt teilweise etwas leise sind, geht es ohnehin primär um das Einfühlen in die Gegebenheiten.

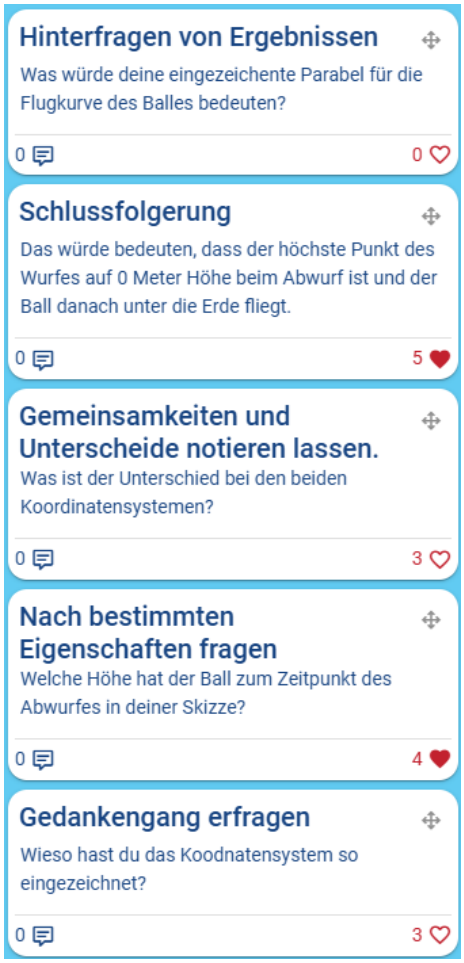
Variante 2 (ca. 45 Min.): Die Teilnehmenden erarbeiten sich den grundlegenden Aufbau des Impulskatalogs mithilfe der Learning-App. Da der Katalog sehr umfangreich ist, ist die reduzierte Erarbeitung anhand der App sinnvoll, sie kann aber auch zur Wahl gestellt werden. Alternativ kann auch mit der Kurzversion des Impulskatalogs gearbeitet werden. Da diese jedoch auf viele Impulsansätze und Beispiele verzichtet, ist ein solches Vorgehen nicht zu empfehlen. Anschließend verschaffen sich die Teilnehmenden einen Überblick über den gesamten Impulskatalog. Dieser muss nicht vollumfassend durchgearbeitet werden. Die Teilnehmenden

sollten den Aufbau des Katalogs erfassen und einzelne Ansätze mit den zugehörigen Beispielimpulsen sichten.
Nun sollen die Teilnehmenden den Impulskatalog auf der Grundlage einer Beispielsituation anwenden, indem sie einen Ansatz aus dem Katalog auswählen und dazu einen entsprechenden Impuls formulieren, der auf die Beispielsituation angepasst ist. Für die Beispielsituationen lassen sich Materialien M3, M6, M13, M14 oder M15 heranziehen. Abschließend findet eine Besprechung im Plenum über die Ergebnisse sowie den möglichen Nutzen des Impulskatalogs statt.

Mögliche Lösungen:

Variante 1: Siehe E6.

Variante 2: (Unter Verwendung von Material M15)



C.2.6 E6

Einsatzmöglichkeiten – Verschieben von quadratischen Funktionen

Voraussetzungen: Kenntnis des Impulskatalogs

Zugehörige Materialien: M5_Impulskatalog, M6_Verschieben von quadratischen Funktionen, Videoausschnitt (https://unterrichtonline.org/node/105, 4:04-5:34], Folie F43

Ziel(e): Die Lernenden machen sich mit der Identifikation von Impulsansätzen vertraut, indem sie zu konkreten Impulsen einer Lehrperson dahinterliegende Ansätze identifizieren.

Die Lernenden arbeiten heraus, dass mit einem Impuls mehrere Ansätze verfolgt werden können, indem sie über die verschiedenen Ansatzmöglichkeiten eines Impulses diskutieren.

Zeitaufwand: ca. 35 Min.

Schwierigkeitsgrad: Mittel

Umsetzungsmöglichkeiten:

Die Lehrperson zeigt das Video einer Unterrichtssituation, in der ein Lehrer einer Schülerin bei der Hausaufgabenkontrolle Impulse zu ihren Lösungsansätzen gibt. Bei der Sichtung des Videos geht es hauptsächlich um das Einfinden in die Situation, daher gibt es keine besonderen Beobachtungsaufträge. Die Lehrperson teilt die Lerngruppe in Teilgruppen auf und stellt das entsprechende Aufgabenblatt (M6) digital zur synchronen Bearbeitung zur Verfügung. Jede Lerngruppe bekommt einen Sprechakt zugewiesen und soll die Ansätze der gegebenen Impulse identifizieren und in die entsprechenden Zellen eintragen. In der Kommentarspalte haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, Auffälligkeiten oder Ideen zu notieren. Im Plenum werden die Bearbeitungen reihum vorgestellt und diskutiert.

Anmerkungen: *Für die Sichtung des Videos wird ein Zugang zum Videoportal benötigt. Wenn kein Zugriff auf das Video möglich ist, kann die Sichtung der Unterrichtssituation auch entfallen. Die Tonqualität des Videos ist nicht ideal. Wichtig ist, den Teilnehmenden deutlich zu machen, dass nicht alle Aussagen verstanden werden müssen, sondern es lediglich um das Einfinden in die Situation geht.*

Mögliche Lösungen:

Nr.	Sprechakt	Ansatz des Impulses	Kommentar
L geht herum und sieht nach den Hausaufgaben, während die SuS sie mit Lösungen abgleichen.			
1	L: S, zeig mal deine Hausaufgaben.	[noch kein Impuls]	L möchte sich ein Bild von dem Lernstand des Schülers machen.
2	S: Das ist meine Hausaufgabe.		
3	L: Was war das Problem bei der 7?	- den Gedankengang erfragen - zur Reflexion anregen - anregen Fragen zu stellen - nach Voraussetzungen fragen	L erkennt, dass die Aufgabe dem Schüler Schwierigkeiten bereitet hat und möchte mehr darüber herausfinden. Impuls zum Erfassen des Lernstandes. L fordert von der Schülerin eigene Ausführung ihrer Probleme l erfragt welche Informationen benötigt werden
4	S: Weil...Ich hab... Ich versteh das alles nicht.		
5	L: Das ist ein bisschen zu kurzgefasst. [L nimmt das Buch und spricht kurz mit einer anderen Schülerin] Also. Funktion x + d. Was macht die, dieses d, mit dem Funktionsgraphen?	- Untersuchen: regt an, eine Vermutung aufzustellen. - Mitteilen/Ergänzen: das vorhandene Wissen abfragen	L nutzt den Impuls als Diagnose-Tool zur Lernstandsbestimmung (Konkret zu dem Parameter d).
6	S: [Kurze Pause] Ja, das verschiebt das in irgendeine Richtung.		

7	L: Genau, in welche denn, x oder y?	- Das vorhandene Wissen erfragen - Eine Erklärung einfordern	L verlangt, dass die Schülerin ihre Aussage präzisiert, damit L herausfindet, ob der Schülerin klar ist, in welche Richtung die Funktion verschoben wird
8	S: Ehm, y, nein x.		
9	L: Genau, in x- Richtung ist das verschoben. So, jetzt wird noch gesagt, da sind Nullstellen bei 1 und bei 7. Das hättest du ja schonmal zeichnen können, oder?	-Begründe die Verschiebung in die x-Richtung. -Welche Angaben zur Funktion sind bereits vorgegeben? -Zeichne die Angaben in das Koordinatensystem	-Verständnis abprüfen -Hinweis auf die Angaben -Darstellungswechsel
10	S: Nullstellen bei 1 … achso, ja.		
11	L: ´Ne, kann man ein Koordinatensystem zeichnen. Machste ´ne Nullstelle bei 1 und ´ne Nullstelle bei 7. Dass man es so mal verbildlicht.	- Vertraute Darstellungen wachrufen - Darstellungsebene wechseln lassen	L bietet Darstellungswechsel als Strategie zum Lösen komplizierterer Aufgabe an. Aber er besteht noch nicht drauf.
12	S: Aber ich muss ja nichts zeichnen, da stand ja nichts von zeichnen.		
13	L: Nee, aber das kann man trotzdem machen.		
14	S: Achso.		
15	L: Das stimmt schon, da steht nichts von zeichnen. Weil, der Lösungsweg, der soll ja dir überlassen werden. Aber wenn man nicht weiterkommt, würde ich erstmal zeichnen. Also, bei 7 hast du ein bisschen Platz, oder?	- von persönlichen Erfahrungen berichten - Lösung an die Hand geben und eigenständig überprüfen lassen - Darstellungsebene wechseln lassen	L möchte durch den Darstellungswechsel das Problem veranschaulichen und auf die ikonische Ebene überführen. L möchte alternative Lösungsstrategien vermitteln.
16	S: Ja.		
17	L: Da zeichnest du jetzt mal ein Koordinatensystem, und zeichnest die Nullstellen ein. Und dann kannst du mit den Nullstellen schonmal so ungefähr den Parabelverlauf einzeichnen. Und dann siehst du glaube ich, wie die Form der Parabel aussehen müsste.	- Darstellungsebene wechseln lassen - Aufgabe in Teilaufgaben zerlegen - Zwischenergebnisse festhalten lassen - Muster erkennen lassen	• sehr anleitend • Etwas unpassender letzter Satz (Sus könnte sich für „dumm“ halten, wenn er/sie es nicht sieht)
[L geht weiter herum]			

C.2.7 E7

Einsatzmöglichkeiten – Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase

Voraussetzungen: Grundlagen zum Impulsbegriff, Kenntnisse der Qualitätskriterien von Impulsen, Kenntnis des Impulskatalogs, Erprobungsphase zwischen zwei Sitzungen

Zugehörige Materialien: M2_Qualitätkriterien von Impulsen, Folien F44-48, M7_Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase, M8_Beobachtungsbogen zur Impulsgebung im Unterricht (angeleitet und offen), M9_Methode Sesseltanz

Ziele der Erprobungsphase: Die Lernenden erleben den hohen Anspruch an Impulse, indem sie bei ihrer Impulsgebung gezielt auf die Umsetzung eines Qualitätskriteriums von Impulsen achten (Variante 1 und nach Wahl Variante 2).

Die Lernenden erweitern ihr Handlungsrepertoire bei der Impulsgebung, indem sie sich Ansätze aus dem Impulskatalog heraussuchen und diese gezielt im Unterricht einsetzen (Variante 1 und nach Wahl Variante 2).

Die Lernenden entwickeln ihre Fähigkeiten in der Impulsgebung weiter, indem sie gemeinsam mit einer beobachtenden Person reflektieren, wie gut sie ihr selbst gestecktes Ziel erreicht haben (Variante 1 und nach Wahl Variante 2)

Die Lernenden bauen ihre Lernkompetenzen bzgl. der Impulsgebung aus, indem sie reflektieren, inwiefern sie ihre Impulsgebung durch die Übungen erweitern konnten (Variante 1 und nach Wahl Variante 2).

Ziele der zweiten Seminarsitzung:

Die Lernenden machen sich den eigenen Fortschritt in Bezug auf ihre Impulsgebung bewusst, indem sie ihre Erfahrungen aus der Erprobungsphase reflektieren (Varianten 1 und 2).

Die Lernenden unterstützen sich gegenseitig in ihrem Entwicklungsprozess hinsichtlich der Impulsgebung, indem sie ihre Erkenntnisse aus der Erprobungsphase miteinander teilen (Varianten 1 und 2).

Die Lernenden arbeiten eigene Schwerpunkte zu ihrer Impulsgebung heraus, indem sie für sie wichtige Aspekte der Impulsgebung beschreiben (Varianten 1 und 2).

Die Lernenden legen den Grundstein für eine nachhaltige Entwicklung ihrer Impulsgebungskompetenzen, indem sie sich realistische Ziele setzen, die sie langfristig im Hinblick auf ihre Impulsgebung verfolgen möchten (Varianten 1 und 2).

Zeitaufwand in der zweiten Sitzung: ca. 50 Min.

Schwierigkeitsgrad: Mittel-schwierig

Umsetzungsmöglichkeiten:

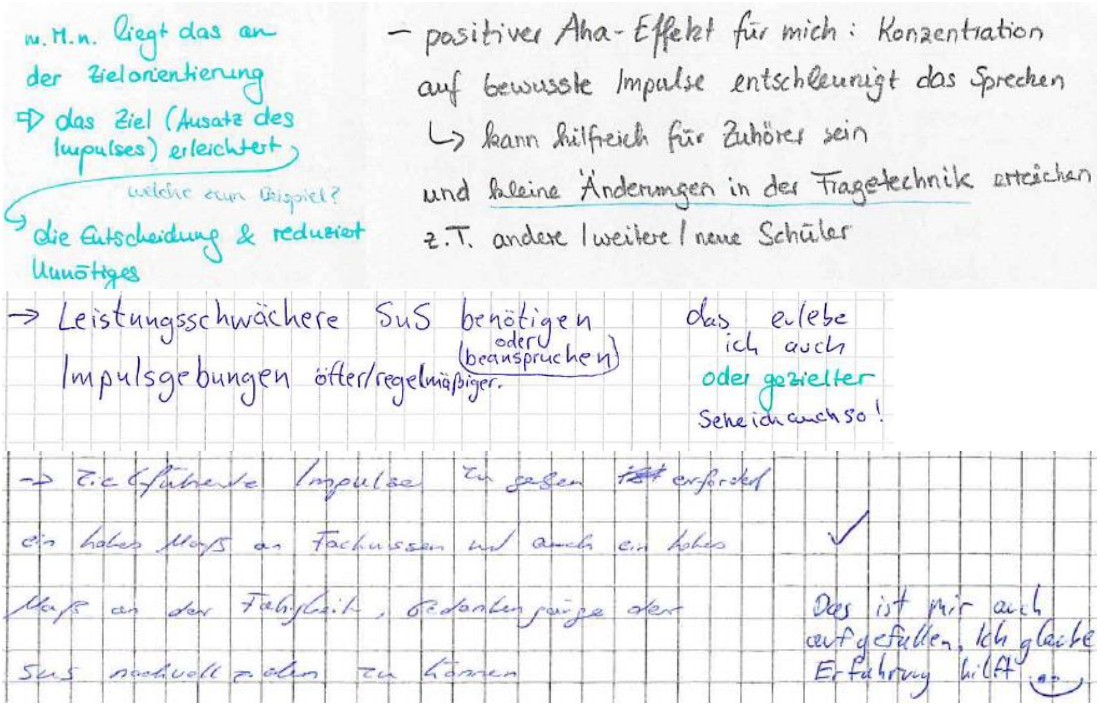
Variante 1 (ca. 50 Min. der zweiten Seminarsitzung): Die Lehrperson teilt am Ende der ersten Sitzung den Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase mit: Die Teilnehmenden bearbeiten in ihrem eigenen Unterricht (in möglichst zwei verschiedenen Unterrichtsstunden) die beiden Aufgaben aus M7 (F45). In der zweiten Sitzung führt die Lehrperson in die Methode des Sesseltanzes ein (F46-47, M9), eine Anpassung der Raumsituation wird entsprechend vorgenommen. Die Lernenden notieren in Einzelarbeit ihre Erfahrungen aus der Erprobungsphase auf einem Blatt Papier und lassen dabei ein Drittel Rand (digitale Umsetzungen auch möglich). Anschließend

lesen sie sich die Erfahrungen der anderen Teilnehmenden durch und nehmen ggf. Kommentare vor. Im Plenum werden wichtige Ergebnisse geteilt oder Nachfragen geklärt. *Optional am Ende der Austauschphase: Methodenreflexion zum Sesseltanz.*

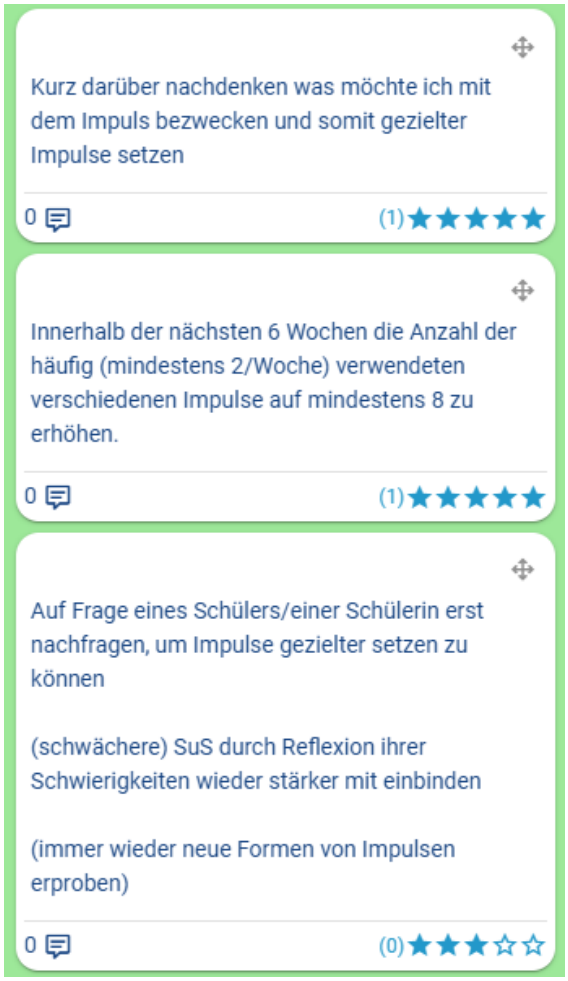
Variante 2 (ca. 55 Min. der zweiten Seminarsitzung): Die Lehrperson teilt am Ende der ersten Sitzung den Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase mit: Die Teilnehmenden bearbeiten in ihrem eigenen Unterricht entweder die erste **oder** die zweite Aufgabe aus M7 (F45). Zu Beginn der zweiten Sitzung berichten die Teilnehmenden grob über die Bearbeitung ihrer jeweiligen Aufgabe. Anschließend führt die Lehrperson in die Methode des Sesseltanzes ein (F46-47, M9), eine Anpassung der Raumsituation wird entsprechend vorgenommen. Die Lernenden notieren in Einzelarbeit ihre Erfahrungen aus der Erprobungsphase auf einem Blatt Papier. Dabei notieren sie oben, welche Aufgabe sie bearbeitet haben und lassen dabei ein Drittel Rand (digitale Umsetzungen auch möglich). Anschließend lesen sie sich die Erfahrungen der anderen Teilnehmenden durch und nehmen ggf. Kommentare vor. Es steht ihnen frei, ob sie sich ausschließlich Erfahrungen zu der selbst bearbeiteten Aufgabe durchlesen oder sich bewusst für die Erfahrungen mit der anderen Aufgabe interessieren. Im Plenum werden wichtige Ergebnisse geteilt oder Nachfragen geklärt, insbesondere wird auf Unterschiede zwischen den Aufgaben eingegangen. *Optional am Ende der Austauschphase: Methodenreflexion zum Sesseltanz.*

Variante 3 (empfohlen, ca. 75 Min. der Seminarzeit): Zunächst wie Variante 1. Anschließend tauschen sich die Teilnehmenden in Kleingruppen darüber aus, was ihnen im Hinblick auf die Impulsgebung für ihre persönliche Entwicklung besonders wichtig erscheint. Sie notieren sich auf dieser Grundlage zwei Ziele, die sie langfristig verfolgen möchten. Im Plenum findet anschließend ein Austausch über die für die Teilnehmenden wichtigsten Aspekte der Impulsgebung statt, exemplarische Ziele werden dabei offengelegt. Dies kann z. B. in Form eines Blitzlichtes erfolgen. Alternativ können die Ziele in einem digitalen Tool gesammelt werden, sodass sie direkt allen zur Verfügung stehen und ggf. auch als Inspiration für eigene Zielsetzungen genutzt werden können.

Mögliche Lösungen: (Varianten 1-3):



Variante 3:


Kurz darüber nachdenken was möchte ich mit dem Impuls bezwecken und somit gezielter Impulse setzen
0
(1)
Innerhalb der nächsten 6 Wochen die Anzahl der häufig (mindestens 2/Woche) verwendeten verschiedenen Impulse auf mindestens 8 zu erhöhen.
0
(1)
Auf Frage eines Schülers/einer Schülerin erst nachfragen, um Impulse gezielter setzen zu können
(schwächere) SuS durch Reflexion ihrer Schwierigkeiten wieder stärker mit einbinden
(immer wieder neue Formen von Impulsen erproben)
0
(0)

C.2.8 E8

Einsatzmöglichkeiten – Beobachtungsbogen zur Impulsgebung im Unterricht

Voraussetzungen: Grundlagen zum Impulsbegriff, Kenntnisse der Qualitätskriterien von Impulsen oder des Impulskatalogs, Erprobungsphase zwischen zwei Sitzungen

Zugehörige Materialien: M8_Beobachtungsbogen zur Impulsgebung im Unterricht (angeleitet und offen), Folien F44-45 zu Beobachtungsbögen, ggf. M2_Qualitätskriterien von Impulsen bzw. M5_Impulskatalog, M7_Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase

Ziel(e): Die Lernenden bauen ihre Lernkompetenzen bzgl. der Impulsgebung aus, indem sie sich selbst Beobachtungskriterien für die Erprobungsphase zusammenstellen (Variante 1).

Die Lernenden entwickeln ihre Fähigkeiten in der Impulsgebung weiter, indem sie gemeinsam mit einer beobachtenden Person reflektieren, wie gut sie ihr selbst gestecktes Ziel erreicht haben (Varianten 1 und 2).

Zeitaufwand in der ersten Sitzung: ca. 10 Min.

Schwierigkeitsgrad: Mittel

Umsetzungsmöglichkeiten:

Hinweise: Die Umsetzung ist eng verbunden mit dem Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase (M7). Für das Ausfüllen des Beobachtungsbogens werden Grundlagen zum Impulsbegriff empfohlen.

Variante 1 (ca. 15 Min. der ersten Seminarsitzung): Die Lehrperson bereitet die Erprobungsphase in der Praxis vor, indem sie in den Einsatz der Beobachtungsbögen einführt. Dazu überlegen sich die Lernenden, was sie selbst über ihre Impulsgebung herausfinden möchten und auf welcher Ebene sie sich Rückmeldungen wünschen (F44). Ihnen werden die Beobachtungsbögen an die Hand gegeben, die sie entsprechend ihrer Wünsche anpassen (M8). Anschließend werden die Ergebnisse im Plenum ausgetauscht und die Lehrperson schildert den Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase (F45, M7).

Variante 2 (ca. 5 Min. der ersten Seminarsitzung): Die Lehrperson schildert den Arbeitsauftrag für die Erprobungsphase (F45, M7) und verweist auf die Beobachtungsbögen, die dafür genutzt werden können (M8).

Mögliche Lösungen:

Hinweis: Die beobachtende Person kann die Rückmeldung zu ihren Beobachtungen auch in Form eines wertungsfreien Feedbacks vornehmen. Ein Beispiel wird nachfolgend angeführt. Für weitere Informationen zum wertungsfreien Feedback sei auf den folgenden Beitrag verwiesen: Ansteeg, M. (2022). Gegenseitig und wertungsfrei: Mit Feedback die Wirkung auf den eigenen Lernprozess beurteilen. MNU Journal, 75(6), 446-451.

Offener Beobachtungsbogen (bildet nur einen Teil der Unterrichtsstunde ab):

Beobachtungsbogen zur Impulsgebung im Unterricht

Klasse: 8 Thema: Binomische Formeln

Situationsbeschreibung*	Wörtlich formulierter Impuls	Reaktionen	Kommentar
Einzelarbeit: Multiplikation zweier Terme. LP geht herum und spricht SuS auf deren Lösungen an.	Nee. Das ist a plus b in Klammern mal a plus b in Klammern. Das gilt immer.	S: Oh! (S wirkt überrascht. LP geht weiter, S scheint seinen Fehler korrigieren zu können.)	Kurzer Impuls, LP kann direkt zum nächsten S weitergehen.
	Ja, das ist schon gut.	(S arbeitet weiter.)	
	Ja, das ist auch gut. Ja, das ist gut da (zeigt auf die Bearbeitung).	(S schaut kurz hoch und arbeitet dann weiter.)	Es bleibt offen: Warum genau ist das gut?
	Ja, [Name von S], das ist a plus b in Klammern mal a plus b in Klammern.	S: Ja. Ja. Wieder falsch gemacht. (LP ist bereits weitergegangen.)	
Kurzer Einschub im Plenum, da LP bei mehreren SuS bemerkt hat, dass diese einen Zwischenschritt überspringen.	Wenn wir das nicht als Potenz schreiben, was heißt das? Was müssen wir rechnen?	S: a plus b mal a plus b.	
	Ja, also das könnte man so schreiben (notiert an Tafel). Und wie rechnet ihr dann?	S: a mal a plus a mal b plus b mal a plus b mal b. LP: Ja. Jetzt wisst ihr wie. Und dann noch verrechnen, was verrechenbar ist.	LP notiert Pfeile zur Veranschaulichung an Tafel mit, Rechnung selbst wird nicht aufgeschrieben.

*z.B. auch: UG – Unterrichtsgespräch; EG – Einzelgespräch, GG – Gruppengespräch

Wertungsfreies Feedback zum offenen Beobachtungsbogen:

Du hast eine Unterrichtsstunde zum Thema „Binomische Formeln“ gehalten. Zu Beginn hast du Arbeitsblätter ausgeteilt, welche die Lernenden bearbeiten sollten. Ich habe es als unterstützend empfunden, dass du durch den Klassenraum gegangen bist, bei Fragen den Lernenden geholfen hast und auf Fehler eingegangen bist.

Einem Schüler hast du gesagt, wie der nächste Schritt aussehen soll: (a + b)*(a + b). Der Schüler wirkte überrascht. Es war nur ein kurzer Impuls und du bist direkt weitergegangen. Ich hatte den Eindruck, dass der Schüler seinen Fehler korrigieren konnte.

Als du bei einer Schülerin vorbeigekommen bist, hast du ihr zurückgemeldet, dass ihre Bearbeitung schon gut ist. Die Schülerin hat direkt weitergearbeitet.

Einer anderen Schülerin hast du ebenfalls gesagt, dass es gut ist, was sie gemacht hat. Dabei hast du auf eine Stelle in ihrem Heft gezeigt. Die Schülerin hat kurz hochgeschaut und dann wieder weitergeschrieben. Für mich ist an dieser Stelle offengeblieben, warum genau die Lösung der Schülerin gut war bzw. was du an der Lösung besonders erwähnenswert fandest.

Bei einem Schüler habe ich wahrgenommen, dass er etwas frustriert schien, weil er bemerkt hat, dass sein Ergebnis falsch ist. Du hast dich ihm zugewandt und den nächsten Schritt erklärt. Der Schüler hat den Schritt bestätigt und betont, dass er es wieder falsch gemacht hatte. Du bist darauf nicht eingegangen, sondern hast dir die Bearbeitungen von anderen Lernenden angesehen.

Ich habe die Vermutung, dass du bemerkt hast, dass einige Lernende den ersten Zwischenschritt überspringen. Du hast eine kurze Phase im Plenum eingeschoben und gefragt, was es heißt, wenn wir den Ausdruck $(a + b)^2$ nicht als Potenz schreiben, und was wir rechnen müssen. Ein Schüler hat den ersten Schritt beschrieben, den du anschließend an der Tafel festgehalten hast. Dann hast du zusammengefasst, dass man es so wie beschrieben notieren kann. Außerdem hast du nachgefragt, wie dann gerechnet werden muss. Du hast einen Schüler drangenommen, der das Vorgehen beschrieben hat. Währenddessen hast du das Vorgehen mit Pfeilen an der Tafel veranschaulicht. Die Umformung selbst hast du nicht aufgeschrieben. Stattdessen hast du die Aussage des Schülers bestätigt und den Hinweis gegeben, dass noch verrechnet werden sollte, was verrechnet werden kann.

C.2.9 E9

Einsatzmöglichkeiten – Methode Sesseltanz

Voraussetzungen: Vorangegangene Erprobungsphase

Zugehörige Materialien: M9_Methode Sesseltanz, Folien F46-47 zum Austausch zur Erprobungsphase

Ziel(e): Die Lernenden machen sich den eigenen Fortschritt in Bezug auf ihre Impulsgebung bewusst, indem sie ihre Erfahrungen aus der Erprobungsphase reflektieren.

Die Lernenden unterstützen sich gegenseitig in ihrem Entwicklungsprozess hinsichtlich der Impulsgebung, indem sie ihre Erkenntnisse aus der Erprobungsphase miteinander teilen.

Zeitaufwand: ca. 45 Min.

Schwierigkeitsgrad: Leicht

Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 45 Min.): Die Lehrperson erläutert das weitere Vorgehen (Methode Sesseltanz). Ggf. wird eine kurze Umbauphase eingelegt, um die Tische ähnlich zur Abbildung auf F47 anzuordnen. Die Lernenden reflektieren ihre Erfahrungen aus der Erprobungsphase und halten ihre Gedanken dazu schriftlich in Form eines Lerntagebuch-Eintrags fest. Die Lehrperson sollte transparent machen, dass die anderen Lernenden im nächsten Schritt die Lerntagebuch-Einträge lesen dürfen. Um die Lesbarkeit zu erhöhen, sollten ganze Sätze formuliert werden. Die Einträge sollten nach Möglichkeit auf ein loses Blatt Papier mit etwas Rand geschrieben werden, damit direkt auf dem Blatt Bemerkungen notiert werden können. Wenn die Lerntagebuch-Einträge fertig sind, werden sie auf den Tischen liegen gelassen, während die Lernenden im Raum herumgehen, sich an einen anderen Platz setzen und die jeweiligen Texte lesen. Der Rand darf für positive Kommentare, Rückfragen oder ähnliche Erfahrungen genutzt werden. Sollte keine Bemerkung vorgenommen werden, wird unter den gelesenen Text ein Häkchen gesetzt, damit später erkennbar ist, dass der Text gelesen wurde. Den Lernenden sollte die Möglichkeit gegeben werden, ihren Beitrag nicht mit anderen zu teilen, etwa weil er zu persönlich ist. Dafür bleibt die Person an ihrem Platz sitzen und blockiert diesen somit für die anderen. Als Konsequenz kann sie jedoch nicht die Beiträge der anderen lesen. Beim Rundgang müssen nicht alle Beiträge gelesen werden, die Lernenden können ihr individuelles Tempo wählen. Im Anschluss eröffnet die Lehrperson den Austausch im Plenum über die Erfahrungen. Diese Phase ist bewusst offen formuliert. Die Beiträge können sehr unterschiedlich sein. Beispiele: Bewusstmachung der Relevanz von Impulsen; viele ähnliche Erfahrungen; Austausch über die Anforderungen oder hilfreiche Tipps und Anregungen zum Ausprobieren.

Variante 2 (ca. 50 Min.): Wie Variante 1, aber mit anschließender Methodenreflexion. Mögliche Vor- und Nachteile der Methode können M9 entnommen werden.

Mögliche Lösungen: Siehe E7

C.2.10 E10

Einsatzmöglichkeiten – Größen umwandeln

Voraussetzungen: Keine (Variante 1) oder Kenntnis des Impulskatalogs (Variante 2)

Zugehörige Materialien: Folie F49 zur Aufgabe Größen umwandeln, ggf. M5_Impulskatalog, ggf. M2_Qualitätskriterien von Impulsen und F31-38 zu Qualitätskriterien von Impulsen

Ziel(e): Die Lernenden machen erste Erfahrungen mit der Möglichkeit unterschiedlicher Ansätze bei der Impulsgebung, indem sie intuitiv Impulse zu einer Beispielsituation formulieren. (Variante 1)

Die Lernenden erhalten einen Einblick in die Herausforderungen bei der Impulsgebung, indem sie ihre Komplexität reflektieren. (Variante 1)

Die Lernenden erarbeiten sich unterschiedliche Ansätze für Impulse, indem sie Impulse formulieren und diese jeweils einem Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen oder umgekehrt zu verschiedenen Ansätzen aus dem Impulskatalog entsprechende Impulse formulieren. (Variante 2)

Zeitaufwand: ca. 25-30 Min.

Schwierigkeitsgrad: Leicht-Mittel

Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 25 Min.): Die Lehrperson führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden überlegen sich wörtliche Impulse und halten ihre intuitiven Eingaben über ein digitales Tool fest, sodass die Ergebnisse sofort für alle sichtbar sind. Sollten sie vor der vereinbarten Zeit bereits fertig sein, können sie die Impulse der anderen sichten und ihren spontanen Eindruck über die Qualität z. B. durch die Verteilung von Sternen beschreiben. Im Plenum schildern sie anschließend ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse vor. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und fasst die Diskussion zusammen. Hierbei sollten Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgestellt werden. Es ist wichtig zu betonen, dass die Bewertungen nicht auf gemeinsam festgelegten Qualitätskriterien beruhen, sondern es sich um intuitive Einschätzungen handelt. Abschließend werden die Lernenden dazu aufgefordert, zu reflektieren, wie leicht oder schwer ihnen die Aufgabe gefallen ist.

Variante 2 (ca. 30 Min.): Die Lehrperson führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden überlegen sich wörtliche Impulse auf der Grundlage des Impulskatalogs. Sie können dabei entweder einen Ansatz aus dem Impulskatalog wählen und dazu einen entsprechenden Impuls formulieren, oder zu einem formulierten Impuls einen Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen. Ihre Ergebnisse halten sie über ein digitales Tool oder auf Zetteln fest und machen sie den anderen zugänglich. Sollten sie vor der vereinbarten Zeit bereits fertig sein, können sie die Impulse der anderen sichten und ihren spontanen Eindruck über die Qualität z. B. durch die Verteilung von Sternen beschreiben. Im Plenum schildern sie anschließend ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse vor. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und macht auf die Vielfalt der Ansätze aufmerksam. Falls bereits die Qualitätskriterien von Impulsen behandelt wurden, kann abschließend auf die Bewertung der Impulse eingegangen werden. Möglich ist außerdem eine Diskussion darüber, inwiefern ein Impuls gleichzeitig mehreren Qualitätskriterien genügen kann.

Mögliche Lösungen:

Variante 1:

- Wie lautete der Umrechnungsfaktor?
- Du hast bereits richtig erkannt, dass unsere Umrechnungszahl von m in km 1000 ist.
- Was ist denn die größere Einheit, Meter oder Kilometer?
- Wenn man von der kleineren in die größere Einheit umwandeln soll, muss man durch 1000 dividieren und nicht mit 1000 multiplizieren. Die Maßzahl wird also kleiner!
- Können fünf Meter 5380 Kilometern entsprechen?
- Kann deine Rechnung denn stimmen?

Variante 2:

- Sind 5380 Kilometer wirklich genauso viel wie 5,38 Meter? (Provokante Nachfrage)
- Ich wusste beim Umwandeln von Größen oft nicht, ob ich multiplizieren oder dividieren muss. Es hat mir geholfen, mir vorzustellen, wie groß die jeweiligen Angaben sind – muss ich bei 5,38 Metern genauso lange laufen wie bei 5380 Kilometern? (Von persönlichen Erfahrungen berichten)
- Das würde bedeuten, dass 1 Meter 1000 Kilometern entspricht. (Eine Feststellung machen, ggf. mit Provokation)
- Wenn man von der kleineren in die größere Einheit umwandeln soll, muss man durch 1000 dividieren. (Eine Erklärung einbringen)
- Stelle dir vor, du müsstest eine Strecke von 5,38 Metern abgehen. Danach müsstest du eine Strecke von 5380 Kilometern abgehen. Sind beide Strecken gleich lang? (Ein Gedankenexperiment anregen)
- 5,38 Meter sind 0,0538 km. Wo liegt dein Fehler? (Lösung an die Hand geben und eigenständig überprüfen lassen)
- Erkläre mir, wie du vorgegangen bist. (Eine Erklärung einfordern)

C.2.11 E11

Einsatzmöglichkeiten – Rollenspiel

Voraussetzungen: Grundlagen zum Impulsbegriff, ggf. Kenntnis des Impulskatalogs (Variante 2)

Zugehörige Materialien: M11_Rollenspiel 1 und M11_Rollenspiel 2, Folien F50-54 zum Rollenspiel, ggf. M5_Impulskatalog (Variante 2)

Ziel(e): Die Lernenden machen erste Erfahrungen mit unterschiedlichen Ansätzen bei der Impulsgebung, indem sie intuitiv Impulse in einem Rollenspiel formulieren. (Varianten 1 und 2)

Die Lernenden erhalten einen Einblick in die Herausforderungen bei der Impulsgebung, indem sie sich ihrer Komplexität in einem Rollenspiel stellen. (Varianten 1 und 2)

Die Lernenden erarbeiten sich unterschiedliche Ansätze für Impulse, indem sie im geschützten Rahmen eines Rollenspiels Ansätze bewusst wählen und entsprechende Impulse formulieren. (Variante 2)

Zeitaufwand: ca. 75 Min.

Schwierigkeitsgrad: Schwierig

Umsetzungsmöglichkeiten:

Hinweis: Es ist möglich, dass die Lernenden ihre Rollen sehr unterschiedlich ausfüllen. Beispielsweise könnten manche in der Rolle als Schülerin oder Schüler sehr „nett" sein, sodass die Lehrkraft früh zum Erfolg kommt. Andere könnten die Lehrkraft eher auflaufen lassen. Daher sollten die Ziele der Übung deutlich gemacht werden. Wenn mehr Rahmung gewünscht ist, sollte diese bei den Erläuterungen zum Rollenspiel vorgenommen werden.

Variante 1 (ca. 75 Min.): Die Lernenden finden sich zu zweit zusammen. Bei einer ungeraden Anzahl kann entweder die Lehrperson selbst mitmachen oder es kann die Rolle einer stillen Beobachtung vergeben werden. Die Lehrperson schildert das Vorgehen (F50-51) und teilt die Materialien aus (M11_Rollenspiel 1 und M11_Rollenspiel 2). Sie begleitet den Ablauf der Rollenspiele (F52-53), indem sie die Zeit im Blick behält und entsprechende Signale zum Wechsel der Phasen einbringt. Die Person in der Rolle der Lehrperson gibt intuitiv Impulse. Die Nachbesprechung zu den Rollenspielen findet im Plenum statt (F54). Die Lernenden tauschen sich darüber aus, was sie als besonders fruchtbar empfunden haben, was herausfordernd war und was sie für ihre Impulsgebung mitnehmen.

Variante 2 (ca. 75 Min.): Wie Variante 1, aber die Person in der Rolle der Lehrperson versucht, sich bewusst für einen Ansatz aus dem Impulskatalog (M5) zu entscheiden und entsprechende Impulse zu setzen.

Mögliche Lösungen:

Variante 1 (Rollenspiel 1):

Sprechakt-Nr.	Person	Redebeitrag
1	LP	Zeig mir nochmal, was du geschrieben hast.

2	S	Also, ich habe hier die Tischdecke gezeichnet und hier hängen die 20cm drüber. Das hier sind die Maße des Tisches.
3	LP	Erkläre deine Beschriftung. Mhm… Lies doch nochmal die Aufgabenstellung.
4	S	[Aufgabenstellung wird vorgelesen]. Das habe ich ja gemacht…
5	LP	Mhm… die Maße sind richtig eingezeichnet, aber die Zeichnung entspricht dem Tisch.
6	S	Ahh! ich habe nur an einer Seite die Tischdecke überhängen…auf den anderen Seiten sieht man sie nicht.
7	LP	Dann steht ja auch noch drin, dass die Tischdecke an ALLEN Seiten 20cm überhängt. Was hast du denn getan?
8	S	Aber wenn sie überhängt, dann sieht sie so aus.
9	LP	Dann denk dir, du legst die Tischdecke von oben flach auf den Tisch.
10	S	Von oben? Soll ich das zeichnen? [zeichnet] So?
11	LP	Kennst du eine Tischdecke, die solche Ecken hat?
12	S	Aber wenn sie überhängt, hat sie die Ecken nicht….ok, dann fehlen hier noch die Ecken. Dann habe ich in der Breite…mhmm… [rechnet schriftlich]. Dann habe ich das so.
13	LP	Mhm… jetzt eine Nachfrage. Wieso hast du hier 60cm geschrieben?
14	S	Weil die Tischdecke 0,6m breit ist.
15	LP	0,6m sind in cm?
16	S	60
17	LP	Sehr gut. Was machen wir bei Textaufgaben immer?
18	S	Einen Antwortsatz.
19	LP	Genau, dann kannst du einmal einen Antwortsatz formulieren.

C.2.12 E12

Einsatzmöglichkeiten – Ballwurf

Voraussetzungen: Keine

Zugehörige Materialien: M12_Ballwurf, Folie F56

Ziel(e): Die Lernenden lernen eine Möglichkeit der Vorbereitung auf die Impulsgebung kennen, indem sie zu einer Aufgabe Lernstufen differenzieren. (Varianten 1 und 2)

Die Lernenden machen sich den kognitiven Anspruch der differenzierten Lernstufen bewusst, indem sie ihnen jeweils eine Taxonomiestufe nach Bloom zuordnen. (Variante 2)

Zeitaufwand: ca. 40 Min.

Schwierigkeitsgrad: Mittel

Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 35 Minuten): Die Lehrperson klärt zusammen mit der Lerngruppe den Begriff der Lernstufe (M12 oben). In Kleingruppen differenzieren die Lernenden Lernstufen zu einer vorgegebenen Aufgabe (M12). Anschließend werden die Ergebnisse im Plenum besprochen.

Variante 2 (ca. 45 Minuten): Wie Variante 1, allerdings werden im Anschluss an die Besprechung der Ergebnisse zu einem Lösungsbeispiel gemeinsam Taxonomiestufen nach Bloom zugeordnet.

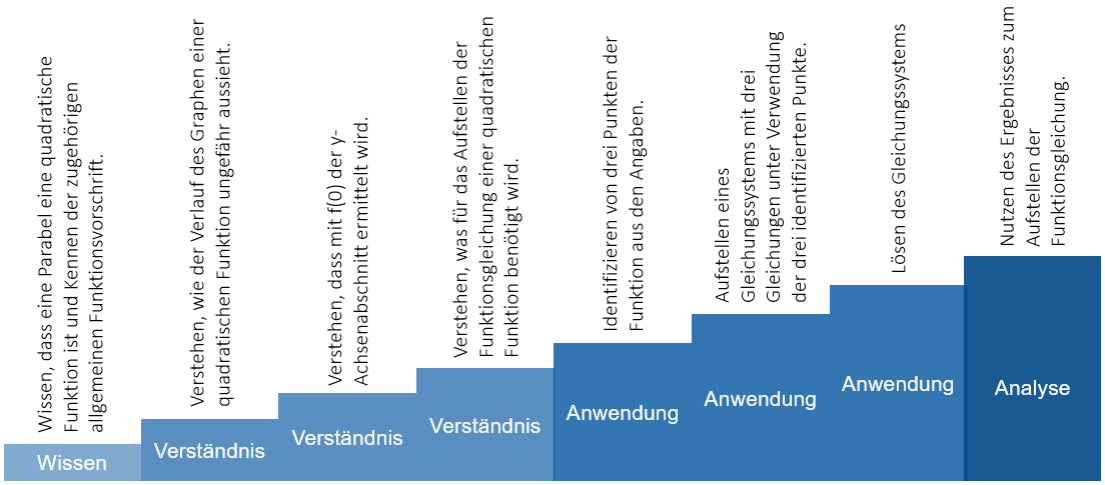
Hinweis: Im Anschluss an die Differenzierung von Lernstufen bietet es sich an, Impulse zum Feststellen der Stufe (diagnostischer Impuls) oder zum Erreichen der nächsten Stufe zu formulieren. Die Lernenden können dadurch noch besser erfahren, dass die Differenzierung von Lernstufen eine Entlastung der bzw. Vorbereitung auf die Impulsgebung darstellt.

Mögliche Lösungen:

Aufgabenteil a)

0. (Kennen evtl. Fremdwörter oder Fachbegriffe: horizontal, …)
1. Wissen, dass eine Parabel eine quadratische Funktion der Form $f(x) = ax^2 + bx + c$ mit $a, b, c \in \mathbb{R}$ ist.
2. Wissen/Verstehen, wie ein Koordinatensystem funktioniert (z. B. dass ein Punkt durch eine x- und eine y-Koordinate angegeben wird).
3. Verstehen, dass man mit $f(0)$ den y-Achsenabschnitt ermittelt.
4. Verstehen, dass man für das Aufstellen der Funktionsgleichung einer quadratischen Funktion z.B. drei Punkte der Funktion benötigt.
5. Identifizieren der Punkte $(0|2)$, $(15|10{,}90)$ und $(25|12{,}40)$ aus den Angaben.
6. Aufstellen eines Gleichungssystems mit drei Gleichungen anhand der Punkte und der allgemeinen Form: $2 = c$; $10{,}90 = a \cdot 15^2 + b \cdot 15 + 2$ (hier ggf. schneller, wenn man den Achsenabschnitt direkt einsetzt); $12{,}40 = a \cdot 25^2 + b \cdot 25 + 2$.
7. Lösen des Gleichungssystems.
8. Interpretieren des Ergebnisses.

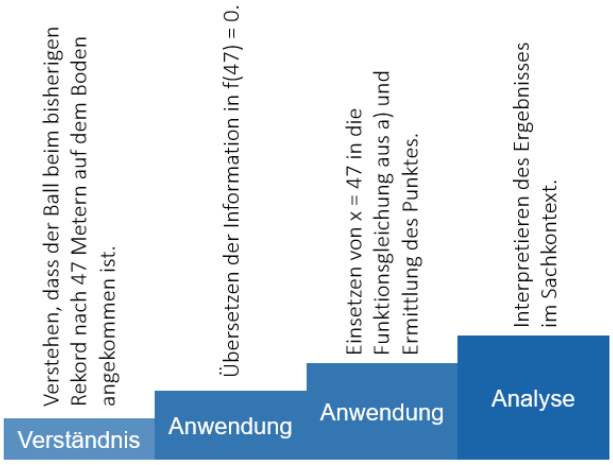
Alternative:



Aufgabenteil b)

1. Verstehen, dass bei Danielas bisherigem Rekord nach 47 Metern der Ball auf dem Boden aufkommt.
2. Übersetzen der Information in $f(47) = 0$.
3. Einsetzen von $x = 47$ in die Funktionsgleichung aus a) und Ermittlung des Punktes.
4. Interpretieren des Ergebnisses: Bei positivem Ergebnis übertrifft sie den Rekord, bei negativem Ergebnis erreicht sie den Rekord nicht.

Alternative:



C.2.13 E13

Einsatzmöglichkeiten – Graphisches Integrieren

Voraussetzungen: Keine (Varianten 1 und 3) oder Kenntnis des Impulskatalogs (Variante 2)

Zugehörige Materialien: M13_Graphisches Integrieren, Folie F59 zum graphischen Integrieren, ggf. M5_Impulskatalog (Variante 2), ggf. Folie F60 zu Lernstufen bei der graphischen Integration und M12_Ballwurf (Variante 3)

Ziel(e): Die Lernenden machen erste Erfahrungen mit unterschiedlichen Ansätzen für die Impulsgebung, indem sie intuitiv Impulse zu einer Beispielsituation formulieren. (Variante 1)

Die Lernenden erhalten einen Einblick in die Herausforderungen bei der Impulsgebung, indem sie ihre Komplexität reflektieren. (Variante 1)

Die Lernenden erarbeiten sich unterschiedliche Ansätze für Impulse, indem sie Impulse formulieren und diese jeweils einem Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen oder umgekehrt zu verschiedenen Ansätzen aus dem Impulskatalog entsprechende Impulse formulieren. (Variante 2)

Die Lernenden lernen eine Möglichkeit der Vorbereitung auf die Impulsgebung kennen, indem sie zu einer Aufgabe Lernstufen differenzieren. (Variante 3)

Die Lernenden machen sich den kognitiven Anspruch der differenzierten Lernstufen bewusst, indem sie ihnen jeweils eine Taxonomiestufe nach Bloom zuordnen. (Variante 3)

Zeitaufwand: ca. 30 Min.

Schwierigkeitsgrad: Mittel

Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 25 Min.): Die Lehrperson führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden überlegen sich in Kleingruppen wörtliche Impulse und halten ihre intuitiven Eingaben über ein digitales Tool fest, sodass die Ergebnisse sofort für alle sichtbar sind. Sollten sie vor der vereinbarten Zeit bereits fertig sein, können sie die Impulse der anderen Gruppen sichten und ihren spontanen Eindruck über die Qualität z. B. durch die Verteilung von Sternen beschreiben. Im Plenum schildern sie anschließend ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse vor. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und fasst die Diskussion zusammen. Hierbei sollten Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgestellt werden. Es ist wichtig zu betonen, dass die Bewertungen nicht auf gemeinsam festgelegten Qualitätskriterien beruhen, sondern es sich um intuitive Einschätzungen handelt. Abschließend werden die Lernenden dazu aufgefordert, zu reflektieren, wie leicht oder schwer ihnen die Aufgabe gefallen ist.

Variante 2 (ca. 30 Min.): Die Lehrperson führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden überlegen sich in Kleingruppen wörtliche Impulse auf der Grundlage des Impulskatalogs. Sie können dabei entweder einen Ansatz aus dem Impulskatalog wählen und dazu einen entsprechenden Impuls formulieren, oder zu einem formulierten Impuls einen Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen. Ihre Ergebnisse halten sie über ein digitales Tool oder auf Zetteln fest und machen sie den anderen zugänglich. Sollten sie vor der vereinbarten Zeit bereits fertig sein, können sie die Impulse der anderen sichten und ihren spontanen Eindruck über die Qualität z. B. durch die Verteilung von Sternen beschreiben. Im Plenum schildern sie anschließend ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse vor. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und macht auf die Vielfalt der

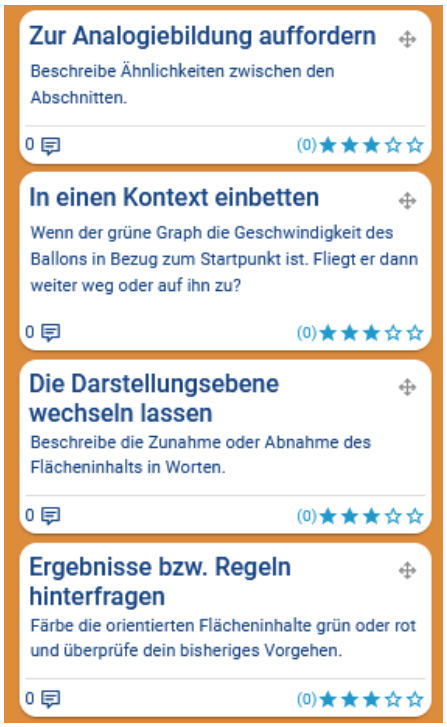
Ansätze aufmerksam. Falls bereits die Qualitätskriterien von Impulsen behandelt wurden, kann abschließend auf die Bewertung der Impulse eingegangen werden. Möglich ist außerdem eine Diskussion darüber, inwiefern ein Impuls gleichzeitig mehreren Qualitätskriterien genügen kann.

Variante 3 (ca. 45 Min.): Die Lehrperson klärt zusammen mit der Lerngruppe den Begriff der Lernstufe (M12 oben). In Kleingruppen differenzieren die Lernenden Lernstufen zu einer vorgegebenen Aufgabe (M13). Anschließend werden die Ergebnisse im Plenum besprochen und die differenzierten Stufen gemeinsam den Taxonomiestufen nach Bloom zugeordnet.

Mögliche Lösungen:

Variante 1:

Variante 2:



Variante 3: Siehe Folie F60

C.2.14 E14

Einsatzmöglichkeiten – Integration

Voraussetzungen: Keine (Variante 1), Kenntnis des Impulskatalogs (Variante 2), ggf. Kenntnis der Qualitätskriterien von Impulsen (Variante 2)

Zugehörige Materialien: M14_Integration, Folie F61 Aufgabe Integration, ggf. M5_Impulskatalog (Variante 2)

Ziel(e): Die Lernenden machen erste Erfahrungen mit unterschiedlichen Ansätzen für die Impulsgebung, indem sie intuitiv Impulse zu einer Beispielsituation formulieren. (Varianten 1 und 2)

Die Lernenden erhalten einen Einblick in die Herausforderungen bei der Impulsgebung, indem sie ihre Komplexität reflektieren. (Varianten 1 und 2)

Die Lernenden erarbeiten sich unterschiedliche Ansätze für Impulse, indem sie Impulse formulieren und diese jeweils einem Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen oder umgekehrt zu verschiedenen Ansätzen aus dem Impulskatalog entsprechende Impulse formulieren. (Variante 2)

Zeitaufwand: ca. 30 Min.

Schwierigkeitsgrad: Leicht-Mittel

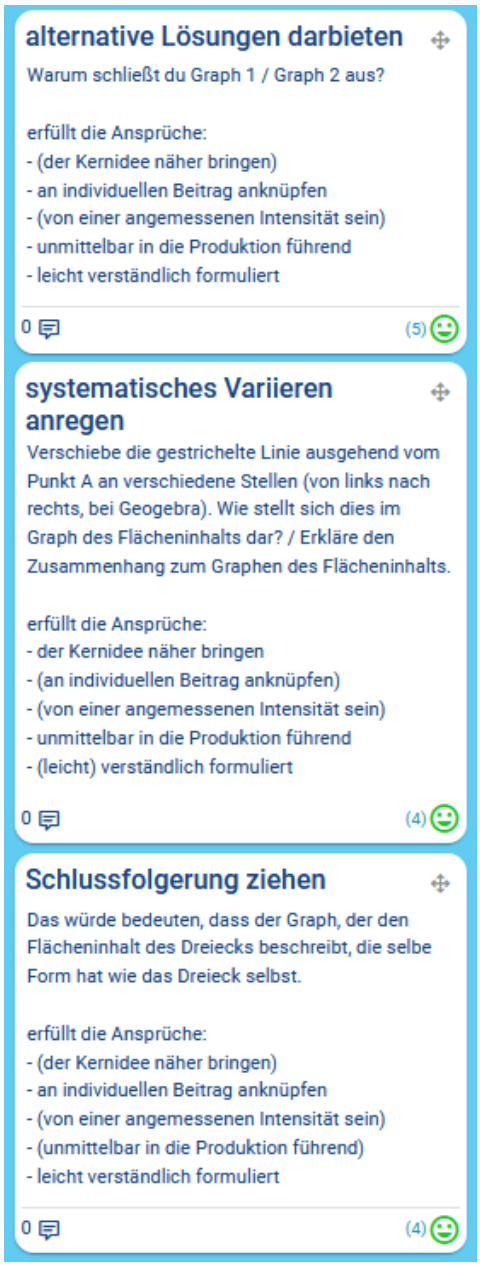
Umsetzungsmöglichkeiten:

Variante 1 (ca. 25 Min.): Die Lehrperson führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden überlegen sich in Kleingruppen wörtliche Impulse und halten ihre intuitiven Eingaben über ein digitales Tool fest, sodass die Ergebnisse sofort für alle sichtbar sind. Sollten sie vor der vereinbarten Zeit bereits fertig sein, können sie die Impulse der anderen Gruppen sichten und ihren spontanen Eindruck über die Qualität z. B. durch die Verteilung von Sternen beschreiben. Im Plenum schildern sie anschließend ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse vor. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und fasst die Diskussion zusammen. Hierbei sollten Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgestellt werden. Es ist wichtig zu betonen, dass die Bewertungen nicht auf gemeinsam festgelegten Qualitätskriterien beruhen, sondern es sich um intuitive Einschätzungen handelt. Abschließend werden die Lernenden dazu aufgefordert, zu reflektieren, wie leicht oder schwer ihnen die Aufgabe gefallen ist.

Variante 2 (ca. 30 Min.): Die Lehrperson führt in die Aufgabe ein. Die Lernenden überlegen sich in Kleingruppen wörtliche Impulse auf der Grundlage des Impulskatalogs. Sie können dabei entweder einen Ansatz aus dem Impulskatalog wählen und dazu einen entsprechenden Impuls formulieren, oder zu einem formulierten Impuls einen Ansatz aus dem Impulskatalog zuordnen. Ihre Ergebnisse halten sie über ein digitales Tool oder auf Zetteln fest und machen sie den anderen zugänglich. Sollten sie vor der vereinbarten Zeit bereits fertig sein, können sie die Impulse der anderen sichten und ihren spontanen Eindruck über die Qualität z. B. durch die Verteilung von Sternen beschreiben. Im Plenum schildern sie anschließend ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse vor. Die Lehrperson greift ggf. einzelne Beiträge auf und macht auf die Vielfalt der Ansätze aufmerksam. Falls bereits die Qualitätskriterien von Impulsen behandelt wurden, kann abschließend auf die Bewertung der Impulse eingegangen werden. Möglich ist außerdem eine Diskussion darüber, inwiefern ein Impuls gleichzeitig mehreren Qualitätskriterien genügen kann.

Mögliche Lösungen:

Variante 2 (mit Qualitätskriterien):



Evaluation

D

D.1 Erprobung im Studium

D.1.1 Erprobung im Begleitseminar zum Praxissemester

Titel der Umfrage: **Seminarsitzungen zum Thema Schüler-Lehrer-Interaktion**
Anzahl der Teilnehmenden: **4**

Alles in allem: Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem Seminar zum Thema Impulsgebung?		
Mit der Gestaltung des Seminars bin ich...	sehr zufrieden	0
	teilweise zufrieden	4
	eher nicht zufrieden	0
	gar nicht zufrieden	0
Struktur und Aufbau		
Das Seminar war gut organisiert.	Trifft zu	4
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Das Verhältnis von theoretischen Inputs und praktischen Übungen war angemessen.	Trifft zu	1
	Trifft teilweise zu	3
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Der zeitliche Umfang der Auseinandersetzung mit der Impulsgebung war...	passend	4
	zu lang	0
	zu kurz	0
Methodisch-didaktische Aufbereitung		

Die Inhalte wurden verständlich präsentiert.	Trifft zu	3
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die eingesetzten Lernmittel (darunter auch digitale Lernmittel) waren authentisch.	Trifft zu	4
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Transfer und Praxisbezug		
Die Inhalte des Seminars sind für den Mathematikunterricht relevant.	Trifft zu	4
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Der vorgestellte Impulskatalog ist hilfreich, um die Impulsgebung zu verbessern.	Trifft zu	4
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die Übungen/Beispiele helfen mir, das Gelernte zukünftig anzuwenden.	Trifft zu	2
	Trifft teilweise zu	2
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Ich nehme neue Ideen und Denkanstöße mit.	Trifft zu	3
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Durch das Seminar habe ich einen bewussteren Umgang bei der Impulsgebung gewonnen.	Trifft zu	3
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Im Seminar habe ich unterschiedliche Ansätze für Impulse kennengelernt.	Trifft zu	3
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0

Durch das Seminar habe ich Anregungen erhalten, wie ich meine Fähigkeiten in der Impulsgebung ausbauen kann.	Trifft zu	2
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Fazit		
Das hat mir besonders gut gefallen:		
Keine Antworten		
Das habe ich durch das Seminar gelernt:		
Keine Antworten		
Damit hatte ich Schwierigkeiten:		
Keine Antworten		
Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen.		
Keine Antworten		

D.1.2 Erprobung im Anschluss an das Praxissemester

Titel der Umfrage: **Workshop Impulsgebung Ansteeg**

Anzahl der Teilnehmenden: **22**

Alles in allem: Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem Workshop?		
Mit dem Workshop bin ich...	sehr zufrieden	11
	teilweise zufrieden	10
	eher nicht zufrieden	1
	gar nicht zufrieden	0
Struktur und Aufbau		
Die Veranstaltung war gut organisiert.	Trifft zu	18
	Trifft teilweise zu	4
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Das Verhältnis von theoretischen Inputs und praktischen Übungen war angemessen.	Trifft zu	17
	Trifft teilweise zu	4
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	1
Der zeitliche Umfang der Workshops war...	passend	13

	zu lang	8
	zu kurz	1
Methodisch-didaktische Aufbereitung		
Die Inhalte wurden verständlich präsentiert.	Trifft zu	15
	Trifft teilweise zu	6
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Die eingesetzten Lernmittel (darunter auch digitale Lernmittel) waren authentisch.	Trifft zu	18
	Trifft teilweise zu	3
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Transfer und Praxisbezug		
Die Inhalte des Workshops sind für den Mathematikunterricht relevant.	Trifft zu	14
	Trifft teilweise zu	8
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Der vorgestellte Impulskatalog ist hilfreich, um die Impulsgebung zu verbessern.	Trifft zu	10
	Trifft teilweise zu	10
	Trifft eher nicht zu	2
	Trifft nicht zu	0
Die Übungen/Beispiele helfen mir, das Gelernte zukünftig anzuwenden.	Trifft zu	8
	Trifft teilweise zu	10
	Trifft eher nicht zu	4
	Trifft nicht zu	0
Ich nehme neue Ideen und Denkanstöße mit.	Trifft zu	16
	Trifft teilweise zu	3
	Trifft eher nicht zu	2
	Trifft nicht zu	1
Durch den Workshop habe ich Anregungen erhalten, wie ich meine Fähigkeiten in der Impulsgebung ausbauen kann.	Trifft zu	15
	Trifft teilweise zu	3
	Trifft eher nicht zu	4
	Trifft nicht zu	0
Information und Fazit		

Das hat mir besonders gut gefallen:
• Impulskatalog Vortrag • - Rollenspiel zu zweit • Das Rollenspiel und der Katalog • Die offene Art der Lehrperson war eine erfrischende Form des Präsentieren. Die Rollenspiele waren angemessen und auch nicht zu komplex. • Wir haben einen Impulskatalog bekommen, der uns Anregungenf für Impulse geben soll. • Sehr empathisch und authentisch • Wir konnten praktisch aktiv werden, auch wenn man sich teilweise sehr konzentrieren musste, um sich in seine Rolle einzufinden. • Das man mit verschiedenen Medien gearbeitet hat und auch in verschiedenen Sozialformen. Ich fand es auch gut, dass es nicht zu sehr theoretisch war, also das die Studierenden mit in dem Workshop eingebaut waren. • Die Lehrperson hat sich viel Mühe gegeben und die Stunde gut gestaltet.
Das habe ich durch den Workshop gelernt:
• -dass man spontan sein muss • Spontanität ist eine wichtige Eigenschaft von Lehrkräften • Sich mehr mit der Sicht der SuS zu befassen. • Impulse zielwirksam einzusetzen. • Auswahl an möglichen Impulsen • Ein Impuls sollte sehr passend sein, aber ist gibt dennoch mehrere Wege zum Ziel. • Mich "besser" in SuS hineinversetzen und nicht alles als offensichtlich zu betrachten (was die Lösung oder Rechnung einer Aufgabe angeht) • Es gibt verschiedene Arten einen Impuls zu setzen.
Damit hatte ich Schwierigkeiten:
• - spontan zu reagieren • Das Rollenspiel. Sowohl aus Sicht der Lehrperson als auch als Beobachter. Die Vorbereitungszeit war etwas zu gering um "passende" Impulse für diese Aufgabe zu geben. • Sich in die Denkweise von SuS hineinzuversetzen. • Sofort die Impulse richtig und zielführend einzusetzen. • Beim Rollenspiel lieber direkt mit 2 Personen • Transkript des 1. Durchlaufs des Rollenspiels

Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen.
• Rollenspiele anders gestalten • Zu lange Zeitangaben bei den Aufgaben. • Gerne so eine Veranstaltung vor der Praxisphas, um direkt Übungsmöglichkeiten zu bekommen. • Zu wenig Infos über Setting (Lernstand; Schüler*innen etc.). Also Realitätsfern Katalog bestimmt gut aber nicht nutzbar in so kurzer Zeit. Rollenspiele waren entsprechend der eigenen Fertigkeiten gestaltet und nicht verknüpft mit hilfreichen Inhalten undImpulsen zur Impulsgabe • Fürs nächste Mal würde ich das ganze etwas anders Aufbauen. Vielleicht eine Art Think-Pair-Share. Ein Rollenspiel anstatt zwei, um den Studenten mehr Zeit zu geben. Think: Jeder ließt in Ruhe seine Rolle und hat genug Zeit sich damit auseinanderzusetzen. Beobachtung würde ich weglassen oder nur einer, als Stiller Beobachter. Ein wörtliche Transkript ist ja nicht so relevant. Jeder kann am Ende selbst seine Rolle und die Rolle anderer reflektieren. Nicht jede Gruppe die selbe Aufgabe, sondern jeder eine Andere um es in der Sharephase im Plenum vorzustellen

Titel der Umfrage: **Workshop Impulsgebung Uni Hildesheim**

Anzahl der Teilnehmenden: **67**

Alles in allem: Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem Workshop?		
Mit dem Workshop bin ich...	sehr zufrieden	25
	teilweise zufrieden	36
	eher nicht zufrieden	6
	gar nicht zufrieden	0
Struktur und Aufbau		
Die Veranstaltung war gut organisiert.	Trifft zu	57
	Trifft teilweise zu	8
	Trifft eher nicht zu	2
	Trifft nicht zu	0
Das Verhältnis von theoretischen Inputs und praktischen Übungen war angemessen.	Trifft zu	47
	Trifft teilweise zu	17

	Trifft eher nicht zu	3
	Trifft nicht zu	0
Der zeitliche Umfang der Workshops war...	passend	47
	zu lang	14
	zu kurz	7
Methodisch-didaktische Aufbereitung		
Die Inhalte wurden verständlich präsentiert.	Trifft zu	46
	Trifft teilweise zu	19
	Trifft eher nicht zu	2
	Trifft nicht zu	0
Die eingesetzten Lernmittel (darunter auch digitale Lernmittel) waren authentisch.	Trifft zu	42
	Trifft teilweise zu	24
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Transfer und Praxisbezug		
Die Inhalte des Workshops sind für den Mathematikunterricht relevant.	Trifft zu	53
	Trifft teilweise zu	13
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Der vorgestellte Impulskatalog ist hilfreich, um die Impulsgebung zu verbessern.	Trifft zu	42
	Trifft teilweise zu	22
	Trifft eher nicht zu	3
	Trifft nicht zu	0
Die Übungen/Beispiele helfen mir, das Gelernte zukünftig anzuwenden.	Trifft zu	15
	Trifft teilweise zu	38
	Trifft eher nicht zu	12
	Trifft nicht zu	2
Ich nehme neue Ideen und Denkanstöße mit.	Trifft zu	49
	Trifft teilweise zu	12
	Trifft eher nicht zu	4
	Trifft nicht zu	2

Durch den Workshop habe ich Anregungen erhalten, wie ich meine Fähigkeiten in der Impulsgebung ausbauen kann.	Trifft zu	31
	Trifft teilweise zu	32
	Trifft eher nicht zu	4
	Trifft nicht zu	0

Information und Fazit

Das hat mir besonders gut gefallen:

- Impulskatalog
- Das wir uns selbstständig Gruppen aussuchen durften
- Impulskatalog
  Austausch mit anderen
- Praktische Anwendung und anschließende Reflexion dessen
- Das Thema
- Eine Auswahl an Impulsen zu bekommen
- Ich finde gut dass die Rollenspiele nicht vor allen vorgespielt wurden
- Der Katalog
- Die Wahl des Themas allgemein
- Der Katalog bietet einem gute und vielfältige Ideen.
- Das rollenspiel war sehr veranschaulichend
- Überblick über die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Impulsen und die praktische Übung in Form der Rollenspiele (obwohl die Situationen sehr künstlich waren).
- Der Vortrag war sehr informativ.
  Die Rollenspiele im Workshop haben nochmal aufgezeigt, wie schwierig Impulsgebung teilweise ist und wie ich Impulse am besten verwenden sollte.
- Ich fand die Rollenspiele sehr gut zum vertiefen der Impulsgebungen. Dadurch konnten Schwierigkeiten und eigene Grenzen gut erkannt werden.
- Impulskatalog
- Kriterienkatalog
- - interessantes Thema
  - Anregungen für den Unterricht
  - ideenkatalog später wieder verwendbar
- - Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Impulsansätzen durch Zuordnung von Beispielen.
- Möglichkeit zum selber ausprobieren
- das Kompetenzraster aus dem Vortrag
- Praktische Erprobung

- Zuordnen von Impulsen
- Das Thema ist wichtig und hätte mir für die Praxisphase viel gebracht.
- Das Rollenspiel. Sich in die Lage uu versetzen
- Praktische Anwendung der Theorie
- -Verbindung von Praxis und Theorie
- Impulsgebung war bisher noch kein Thema im Studium,es war mal etwas neues
- Anwendungsphasen
- Beobachten desImpulsgebens im Rollenspiel bei anderen Studenten (in der Rolle von Lehrern)
- -Gruppenarbeit mit verschiedenen Studierenden
  - Gute Atmosphäre
- Der Impulskatalog zum mitnehmen und mit Beispielen.

Das habe ich durch den Workshop gelernt:

- Ideen von Inpulsen
- Das es verschiedene Impulse gibt
- Spontan zu werden
- Die große Bandbreite an möglichen Impulsen
- Wie man gezielt Impulse setzen kann
- Wie wichtig Impulse sind.
- Immer erst einmal die Ursache der Rechnung oder Fehlers zu erfragen. Unterschiedliche Kinder machen unterschiedliche Fehler.
- Wie wichtig Impulse sind, da sie ein wesentlicher Bestandteil des Unterrichts sind
- Die Wichtigkeit von Impulsgebung kam gut raus. Verschiedene Möglichkeiten wurden erarbeitet.
- Impulse haben sehr hohen Einfluss auf lernerfolg
- Neue Impulse für den Unterricht
- Verschiedene Impulse einsetzen.
- Ich habe für mich gemerkt, dass ich im Rollenspiel oft gerne auf Hilfestellungen zurückgegriffen hätte und habe erkannt das rein verbale Impulse oft nicht ausreichen um das Verständnis der Kinder zu fördern.
- Wie gebe ich sinnvoll an welchen Stellen Impulse?
- Genauer auf die Impulse und das Gesagte achten.
- Wie ich unterschiedlich Impulse einsetzen kann
- - Unterschiedliche Ansätze zur Impulsgebung
- Impulskatalog
- Impulse geben kann hilfreich sein, aber man hat selten die Zeit dazu

- Wie wichtig Impulse sind
- Impulse müssen an die SuS angepasst sein
- - Spontane Impulsgebung verbessern
- Impulse geben bedarf etwas Überlegung und Erfahrung.
- Überlegt und kontrollierter auf Schüler zu reagieren
- Impulse sind viel wichtiger als man denkt
- Impluse sind wichtig, aber auch schwer spontan umzusetzten; Ich sollte über Antworten und Impulse im SchülerInnengespräch 1 bis 2Sekunden nachdenken bevor ich reagiere
- mehr auf die Lernvoraussetzungen bzw den Lernstand bei der Impulsgebung zu achten
- - Verschiedene Aufgaben --> Übung verschiedener Impulse
- Feedback/ Hilfestellung genau zu überlegen, welche Impulse gebe ich.

Damit hatte ich Schwierigkeiten:

- Es in die Realität zu denken, wir haben gelernt, dass es Schwierigkeiten gibt und man Impulse setzen kann aber nicht wie.
- Impulse anzupassen
- Das realistische Einfinden in eine Schulsituation im Rahmen des Rollenspiels
- Schnelle Reaktion auf SuS Antworten (spontan einen passenden Impuls finden ist schwierig)
- Dies so spontan umzusetzen
- Impulse selbst direkt anzuwenden.
- Anwendung auf Grundschule - Kinder brauchen oft einfache Sprache und Verdeutlichungen und nichtnur 1-Satz-Korrekturhilfen
- Den richtigen Einsatz der Impulse zu wählen
- Rollenspiele sind prinzipiell unangenehm und setzten einen unter druck.
- Sehr arrangierte Situationen, gerade die Schülerseite war schwierig.Bei besonders schweren Fällen nicht möglich in 2-3 min das Problem, durch Impulse zu klären.
- Es war schon sehr hart für die lehrperson im rollenspiel gestaltet. Die Schüler/ in hatte sehr wenig Verständnis
- In dem Rollenspiel 2 die Lösung bei der Impulssetzung nicht vorzugeben.
- Nicht von den Impulsen abzuweichen und intuitiv/spontan zu antworten.
- - die Zeit der Rollenspiele war zu kurz um es genau zu analysieren
- - flexible Reaktion während des Rollenspiels
- Zufällige Zuordnung der Rollen im Rollenspiel, da es leider nicht von allen ernst genommen wurde

- Die Zeit war sehr knapp, viel wurde nur überflogen und hat dann in der Anwendung gefehlt. Bitte ausreichend Zeit einplanen oder Vorentlasten
- Etwas zu gedrängt von der zeit
- Rollenspiel; Impulse waren schwierig zu integrieren; eher unauthentisch
- Textliche Darstellung
- Sinnvolle Impulsgebung
- Masse an Impulsen. Vielleicht wäre es nochmal gut einen kleineren Katalog mit allgemeinen Impulsen zu haben
- Spontan gute Impulse zu finden
- Mich im umfangreichen Impulskatalog zurechtzufinden
- -Rollenspiele sind nicht immer authentisch, daher fallen sie mir manchmal schwer.
- Rollenspiel

Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen.

- -
- Etwas kürzere praktische Phasen
- Das Rollenspiel war nicht so förderlich
- Dieser Workshop hätte mir im Vorfeld der Praxisphase (oder zumindest im Rahmen des Begleitseminars mehr geholfen).
- Das Rollenspiel fand ich an sich hilfreich, allerdings hätte ich es gut gefunden, wenn man im Anschluss daran noch mehr Zeit gehabt hätte (auch im Plenum) über die genutzten Impulse zu sprechen. Stattdessen hätte der 1. Teil vom Workshop und der Vortrag kürzer sein können.
- Nur ein Rollenspiel damit mehr Zeit für Reflektion
- Ich hätte es gut gefunden, wenn dieser Workshop vor der Praxisphase gewesen wäre, um die neuen Ideen und Impulse für die Praxis direkt zu nutzen und ausprobieren zu können.
- Beispiele besser auf die jeweilige Schulstufe anpassen, gerade im Impulskatalog viel der Transfair zu einer ersten Klasse nicht leicht
- Gerne vor dem Praktikum, damit man für sich selbst schauen kann, wie Impulse umsetzbar sind.
- Gerne VOR dem Praktikum und nicht danach
- Thema Impulse bereits im Vorbereitungsseminar vor dem Praktikum behandeln, um sich in der Praxisphase ausprobieren zu können.
- Ein Block im Vorbereitungsseminar in dieser Form wäre für mich sehr hilfreich gewesen

- Der Workshop war etwas zu lang
- Es wäre schön gewesen, ein Fallbeispiel mit guten und eins mit negativen/ ungeeigneten Impulsen mal zu vergleichen. Das Rollenspiel hat viel Zeit eingenommen mit dem Transcript, da kam die Besprechung und der eigentliche Inhalt zu kurz.

D.2 Erprobung im Referendariat

D.2.1 Erprobung im Referendariat

Titel der Umfrage: **Seminarsitzungen zum Thema Impulsgebung ZfsL Neuss**

Anzahl der Teilnehmenden: **20**

Alles in allem: Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem Seminar zum Thema Impulsgebung?		
Mit der Gestaltung des Seminars bin ich...	sehr zufrieden	14
	teilweise zufrieden	5
	eher nicht zufrieden	1
	gar nicht zufrieden	0
Struktur und Aufbau		
Das Seminar war gut organisiert.	Trifft zu	19
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Das Verhältnis von theoretischen Inputs und praktischen Übungen war angemessen.	Trifft zu	12
	Trifft teilweise zu	8
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Der zeitliche Umfang der Auseinandersetzung mit der Impulsgebung war...	passend	17
	zu lang	3
	zu kurz	0
Methodisch-didaktische Aufbereitung		
Die Inhalte wurden verständlich präsentiert.	Trifft zu	16
	Trifft teilweise zu	4

	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die eingesetzten Lernmittel (darunter auch digitale Lernmittel) waren authentisch.	Trifft zu	17
	Trifft teilweise zu	3
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Transfer und Praxisbezug		
Die Inhalte des Seminars sind für den Mathematikunterricht relevant.	Trifft zu	18
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Der vorgestellte Impulskatalog ist hilfreich, um die Impulsgebung zu verbessern.	Trifft zu	14
	Trifft teilweise zu	5
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	1
Die Übungen/Beispiele helfen mir, das Gelernte zukünftig anzuwenden.	Trifft zu	11
	Trifft teilweise zu	7
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	1
Ich nehme neue Ideen und Denkanstöße mit.	Trifft zu	17
	Trifft teilweise zu	2
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	1
Durch das Seminar habe ich einen bewussteren Umgang bei der Impulsgebung gewonnen.	Trifft zu	12
	Trifft teilweise zu	7
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	1
Im Seminar habe ich unterschiedliche Ansätze für Impulse kennengelernt.	Trifft zu	15
	Trifft teilweise zu	5
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0

Durch das Seminar habe ich Anregungen erhalten, wie ich meine Fähigkeiten in der Impulsgebung ausbauen kann.	Trifft zu	12
	Trifft teilweise zu	7
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0

Fazit

Das hat mir besonders gut gefallen:

- Der Katalog ist sehr anschaulich, auch wenn er sehr umfangreich ist.
- Austausch über die Erfahrungen
- Sehr nette Referentin. Stets ansprechbar und in ihrem Gebiet äußerst kompetent.
- Die aufwändig gestalteten Materialien ermöglichen eine selbstständige Beobachtung und Reflexion. Diese werden dabei erheblich unterstützt, sodass es unabhängig von Ausbildungslehrer*innen möglich erscheint, sich im Thema Impulsgebung weiterzuentwickeln.
- Neue Methoden kennengelernt
- Sesseltanz gab die Möglichkeit schnell viele Eindrücke zu gewinnen.
- Der Impulskatalog ist ein sehr hilfreiches Werkzeug, Sesseltanz als Methode war sehr interessant
- Methodenwechsel innerhalb der Seminare waren sehr auflockernd. Das Thema finde ich für den MU sehr relevant. Die Beispiele im Impulskatolog finde ich sehr gut nachvollziehbar und sinnvoll.
- Ich habe viele Ideen erhalten, an welchen Stellen im Unterricht man Impulse setzen kann/sollte oder ggf. unbewusst auch schon tut. Besonders der Impulskatalog ist sehr hilfreich.
  Der Austausch mit den anderen Refis und der Fokus im Unterricht auf die Impulsgebung waren sehr hilfreich.
- -Impulskatalog
  -Arbeitsatmosphäre
- Verknüpfung von Theorie und Praxis
  Aufhänger an den eigenen Erfahrungen aus der Praxis
  Bezug auf Theorie und Austausch
- - gute Mischung an Input und der Möglichkeit aktiv zu arbeiten
  - angenehme Atmosphäre
- Der Austausch über unsere Erfahrungen waren sehr hilfreich und inspirierend!
  Tolle Methode
  Im ersten Teil hat mir die Phase gut gefallen, in der wir einen Ausschnitt eines

Dialoges mit Hilfe des Impulskatalogs bearbeitet haben. Der Impulskatalog hilft mir, auch in Zukunft an meiner Impulsgebung zu arbeiten.

- Obwohl ich am ersten Termin nicht dabei war, konnte ich direkt einsteigen und im Rahmen einer retroperspektivischen Selbstreflexion Erkenntnisse gewinnen, die ich in nächster Zeit sinnvoll einsetzen kann.
- Insgesamt habe ich die Austauschrunde im zweiten Seminartermin als sehr bereichernd empfunden. Über die inhaltlichen Inputs hinaus konnten so Erfahrungen und Auseinandersetzungen geteilt und noch eine durchaus ansprechende methodische Umsetzung erprobt werden. Die verwendete Methode scheint mir aus den besprochenen Gründen und insgesamt überfachlich bei offenen Aufgabenstellungen in der Oberstufe sehr vielversprechend.
- Den sehr umfangreichen Impulskatalog möchte ich an dieser Stelle nochmal erwähnen.

Das habe ich durch das Seminar gelernt:

- Zielsetzung des Impulses bewusster machen
- Impulse individuell sowie auf bestimmte Situationen anzupassen.
- Sich den Impulsen bewusst werden.
- Durch das Seminar bin ich selbst besser in der Lage, meine Impulsgebung zu beobachten und mir gegebene Impulse besser vor Augen zu führen.
- Bewusster Umgang mit den Impulsen
- Neue Impulse zu nutzen und bewusst die eigenen Impulse wahrzunehmen
- Die verschiedenen Zielsetzungen hinter einem Impuls. Verschiedene Formulierungshilfen. Beobachtungsbogen um gezielt an Impulsen zu arbeiten.
- Impulse vor dem Unterricht formulieren, aber eine gewisse Spontanität behalten.
- Bewussteren Umgang mit Impulsen.
  Die Möglichkeit hilfekärtchen als Impulse zu nutzen und nicht etwas vorweg zu nehmen.
- Das es sehr viele verschiedene Impulse gibt, die verschiedenes bezwecken.
- Aufbrechen einfältiger Impulsstrukturen
  Verschiedene Ansätze für die Impulsgebung
- - Neue Impulse
  - durch Impulse kann der eigene Redeanteil reduziert werden und der Anteil der SchülerInnen erhöht
- Dass man Impulse im Voraus planen kann, um diese gezielt einzusetzen.
  Dass eine geplante Impulsgebung den eigenen Redeanteil reduzieren kann.
  Dass Impulse unterschiedliche Wirkungen haben.

- es lassen sich die einzelnen Impulse klassifizieren und in einer Reflexion damit zielgerichtet argumentieren.
- Ich habe die Vielfalt der Impulsgebung kennengelernt und wie diese mir persönlich helfen kann den Unterricht aus einer anderen Perspektive und auch aus der Schülerperspektive besser verstehen zu können.
- Mit den richtigen Impulsen und der für mich passenden Impulsgebung erreiche ich nicht nur die primär formulierten Lernziele in der Unterrichtsstunde besser, sondern verbessere auch sekundäre Aspekte von Unterricht.

Damit hatte ich Schwierigkeiten:

- Impulse bewusst bei mir selbst zu beobachten, weil ich das meiste unbewusst ohnehin nutze.
- Die richtigen Impulse vorher auszuwählen, da der Katalog sehr informativ ist. Ich wusste nicht, dass man aus Impulsen so viel rausholen kann..
- Feedback von anderen einholen

  Eigene Reflexion war hilfreicher
- Impulsgebung ist mMn als Thema zu allgemein und generell zu abstrakt, als dass man in einem Seminar etwas darüber lernen könnte. Impulse lernt man aus meiner Erfahrung durch Beobachtung und Interaktion. Die Interaktion ist mit jedem Individuum anders. Was bringt mir ein Impulskatalog, wenn ich die Wirkung nicht einschätzen kann?
- Mit der Durchführung der Fremdbeobachtung und der Reflexion
- Mir fiel es schwer die Impulse richtig zu den Kategorien zuzuordnen.
- Bei der Umsetzung des Arbeitsauftrags.
- Reflexion durch AU-Lehrer (häufig sehr undifferenziertes Feedback)
  Spontane Impulse zu geben, die nicht vorab vorformuliert waren
- - Impulse konkret im Voraus zu formulieren (speziell für Stundenphasen nach dem Einstieg)
- Die Fülle an verschiedenen Impulsen war anfangs erschlagend…
- Die Inhalte aus dem 1. Seminartermin langfristig abzuspeichern.

Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen.

- Machen Sie es genau so weiter.
- Fragebogen etwas anpassen, damit er nicht zu umfangreich ist und die BewerterInnen ihn besser ausfüllen können.

- Die zweite Sitzung hatte einen sehr großen Anteil an der Reflexions- und Austauschphase. Diese hätte eventuell durch eine andere Methode kürzer und effizienter ausfallen können. Dennoch war die Methode spannend zu erleben.
- Eine Erinnerung im Zwischenzeitraum an die Arbeitsaufträge die wir hatten.
- Beim Impulskatalog die Beispielimpulse noch mehr so gestalten, dass es noch einfacher ist sie auf den eigenen Unterricht zu übertragen.
- Weiter so!
  Vielleicht ein Reminder per Mail an die „Hausaufgabe“ zu denken, denn im Ref sind unheimlich viele Termine und Verpflichtungen, sodass solche zusätzlichen Aufgaben schnell auch in Vergessenheit geraten oder die Priorität anders gesetzt wird.
- Schön dich mal wieder gesehen zu haben
- Der Fokus auf einzelne Gruppen, die sich vielleicht am Ende des 1. Termins für eine Phase des Unterrichts oder eine Erprobungsschwerpunkt festlegen und diesen in den Blick nehmen, hätte eine größere Verbindlichkeit erzeugt.

D.3 Erprobung in Lehrkräftefortbildungen

D.3.1 Erprobung in einer zweistündigen Lehrkräftefortbildung

Titel der Umfrage: **MNU Workshop Impulsgebung**

Anzahl der Teilnehmenden: **11**

Alles in allem: Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem Workshop?		
Mit dem Workshop bin ich...	sehr zufrieden	8
	teilweise zufrieden	3
	eher nicht zufrieden	0
	gar nicht zufrieden	0
Struktur und Aufbau		
Die Veranstaltung war gut organisiert.	Trifft zu	11
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Das Verhältnis von theoretischen Inputs und praktischen Übungen war angemessen.	Trifft zu	9
	Trifft teilweise zu	2

	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Der zeitliche Umfang der Workshops war...	passend	10
	zu lang	0
	zu kurz	1
Der zeitliche Umfang des Workshops war passend.	Trifft zu	8
	Trifft teilweise zu	2
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Methodisch-didaktische Aufbereitung		
Die Inhalte wurden verständlich präsentiert.	Trifft zu	11
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die eingesetzten Lernmittel (darunter auch digitale Lernmittel) waren authentisch.	Trifft zu	9
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Transfer und Praxisbezug		
Die Inhalte des Workshops sind für den Mathematikunterricht relevant.	Trifft zu	8
	Trifft teilweise zu	2
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Der vorgestellte Impulskatalog ist hilfreich, um die Impulsgebung zu verbessern.	Trifft zu	8
	Trifft teilweise zu	3
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die Übungen/Beispiele helfen mir, das Gelernte zukünftig anzuwenden.	Trifft zu	6
	Trifft teilweise zu	5
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Ich nehme neue Ideen und Denkanstöße mit.	Trifft zu	7

Trifft teilweise zu	3
Trifft eher nicht zu	1
Trifft nicht zu	0

Durch den Workshop habe ich meine Fähigkeiten in der Impulsgebung ausbauen können.

Trifft zu	3
Trifft teilweise zu	7
Trifft eher nicht zu	1
Trifft nicht zu	0

Information und Fazit

Das hat mir besonders gut gefallen:

- praktische Übungen in digitaler Form
- Gespräche mit dem Gruppenpartner in den Übungen
- Eigene Impulsideen zu formulieren

Das habe ich durch den Workshop gelernt:

- Kriterien für IMpulse kennenlernen
- Bewusster auf meine Impulsgebung zu achten

Damit hatte ich Schwierigkeiten:

- Impulsgebung und Lehrplanziele zu vereinbaren

Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen.

- Der Unterschied zwischen Impulsen an die Klassengruppe und an den einzeln Schüler*in müsste noch bedacht werden.
- Keine

D.3.2 Erprobung in einer vierstündigen Lehrkräftefortbildung

Titel der Umfrage: **Evaluation Workshop Impulsgebung**

Anzahl der Teilnehmenden: **11**

Alles in allem: Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem Workshop?

Mit dem Workshop bin ich...

sehr zufrieden	9
teilweise zufrieden	2
eher nicht zufrieden	0
gar nicht zufrieden	0

Struktur und Aufbau

Die Veranstaltung war gut organisiert.

Trifft zu	10
Trifft teilweise zu	1

	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Das Verhältnis von theoretischen Inputs und praktischen Übungen war angemessen.	Trifft zu	11
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Der zeitliche Umfang des Workshops war passend.	Trifft zu	10
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Methodisch-didaktische Aufbereitung		
Die Inhalte wurden verständlich präsentiert.	Trifft zu	9
	Trifft teilweise zu	2
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die eingesetzten Lernmittel (darunter auch digitale Lernmittel) waren authentisch.	Trifft zu	11
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Transfer und Praxisbezug		
Die Inhalte des Workshops sind für den Mathematikunterricht relevant.	Trifft zu	10
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Der vorgestellte Impulskatalog ist hilfreich, um die Impulsgebung zu verbessern.	Trifft zu	10
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die Übungen/Beispiele helfen mir, das Gelernte zukünftig anzuwenden.	Trifft zu	8
	Trifft teilweise zu	3
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0

Ich nehme neue Ideen und Denkanstöße mit.	Trifft zu	9
	Trifft teilweise zu	2
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Durch den Workshop habe ich meine Fähigkeiten in der Impulsgebung ausbauen können.	Trifft zu	7
	Trifft teilweise zu	4
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0

Information und Fazit

Das hat mir besonders gut gefallen:

- Praxisbeispiele, Zeit zur Diskussion
- Praktische Übungsphasen
- Hoher Praxisbezug durch viele Beispiele,
  Mehrere Arbeitsphasen in verschiedenen Gruppenkonstellationen sehr gewinnbringend
- Interaktivität, Diskussion unter den TN
  Konkrete Beispiele und Möglichkeit, eigenes Material einzubringen (wenn auch nicht genutzt)
- Die Übungen und der Austausch.
- - dass man Impulsgebung Üben konnte
  - der Impulskatalog
- Aufteilung von Theorie und Praxis ist sehr gelungen. Es war toll mit verschiedenen Menschen zusammenzuarbeiten, so hat man verschiedenste Inputs bekommen.
- mehrere unterschiedliche Fallbeispiele zu bearbeiten
- ein wichtiges Thema mit vielen Austauschphase zu erarbeiten
- Der Wechsel von Gruppenarbeit und Input, die Anregungen und Ideen seitens der anderen Teilnehmer/-innen aber auch die von Melanie. Ich fand es schön, dass sie ihre Ideen so oft und auch spontan mit eingebracht hat.
- Verhältnis zwischen Theorie und Praxis - eigene produktive Phasen; Austausch mit anderen Teilnehmer*innen

Das habe ich durch den Workshop gelernt:

- Variabler in den Impulsen zu sein
- Impulsarten, Viele Beispiele jnd Anregungen für Impulse
- Wie vielfältige Möglichkeiten es gibt, Impulse zu geben
- weitere Impulsarten, die sich von den "Standards" unterscheiden

- Die Vielfältigkeit der Kategorien von Impulsen
- Es gibt sehr viele Arten, Impulse zu setzen insb. Der Impulskatalog gibt einen tollen Anlass seine eigene Impulssetzung zu erweitern.
  Es kann durchaus passieren, dass ein Impuls nicht die gewünschte Wirkung erzielt.
- - wie unterschiedlich Impulse sein können und wie viele unterschiedliche Kategorien es gibt
- unterschiedliche Formen von Impulsarten möglich: dadurch werden mögliche impulse nochmal strukturiert
- Verschiedene Variationen von Impulsen, aber auch die Wichtigkeit von dem Finden von Fehlkonzepten… durch erstes Nachfragen oder Erklärenlassen könnte direkt vermieden werden, mit einem Impuls sofort in die falsche Richtung zu gehen.
- Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten/Arten von Impulsen. Eine Übung im Vorfeld ist notwendig, um im Unterricht auch spontan das neue Wissen anwenden zu können.

Damit hatte ich Schwierigkeiten:

- Die Güte eines Impulses zu bewerten (da sehr stark abhängig des jeweiligen Schülers oder der jeweiligen Schülerin)
- Impulse formulieren, wenn Bedingungen unkonkret sind (Wie stark ist der Schüler? Welche Darstellungsmittel habe ich zur Verfügung? Wie reagiert der Schüler auf den Impuls, damit ich weiter anknüpfen kann?)
- -
- Die genaue Formulierung der Impulse stellte für mich teilweise eine Schwierigkeit da. Sind Frageformen besser als die Nutzung von konkreten Operatoren in der Imperativform?
- spontane Ideen für Impulse - meist hat es kurz gedauert, bis eine gute Idee da war
- Die Ansprüche „angemessene Intensität“ und „unmittelbare Produktion“ waren mir nicht ganz plausibel zu unterscheiden. Inzwischen habe ich für mich mir vorgestellt, dass die Produktion eine Richtung in die Fachlichkeit und die Intensität die Tiefe bzw. Länge der Richtungsstrecke meint, aber ob das so richtig ist weiß ich nicht.
- Welcher Impuls ist wirklich zielführend?

Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen.

- möglicherweise Simulation in Kleingruppen einbauen, um zu prüfen, ob Impuls wirksam sein kann und um weitere anknüpfende Impulse auszuprobieren
- Gesprächsführung ist ein wichtiger Teil des Unterrichts und dort müssen auch Impulse gesetzt werden. Die Übungen waren zu nah an einer Schülerlösung und damit auch die entwickelten Impulse für einen (imaginären) Schüler zugeschnitten. Wie kann man das im UG machen?
- -Es wäre vielleicht interessant, ein kleines Film zu analysieren, wo ein Schüler auf einem Impuls antwortet, also wie er damit umgeht. Dann kann man der Individualitätsanspruch des Impulses üben.
- vielen Dank für die gelungene Moderation!
- einfach als Anregung zum Katalog: Ist die Differenzierung in so viele Arten wirklich notwendig und sinnvoll?
  es ist sehr viel auf einmal, weshalb ich mich fragen, ob man diese nicht übergeordneter nochmal zusammenfassen kann

Wie sind Sie auf die Veranstaltung aufmerksam geworden? (Mehrfachnennungen möglich)		
	Newsletter/E-Mail	5
	Supportstelle Weiterbildung	0
	Homepage Veranstalter	0
	Social Media	0
	Weiterleitung/Info über Dritte	3
	Programmheft	0
	Andere Internetseite	0

D.4 Erprobung durch Dritte

D.4.1 Einsatz der Materialien durch Dritte im Referendariat

Titel der Umfrage: **Erprobung Materialien Schul-Hochschul-Fachtag**

Anzahl der Teilnehmenden: **1**

Alles in allem: Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit den Materialien?		
Mit den Materialien bin ich...	sehr zufrieden	1
	teilweise zufrieden	0
	eher nicht zufrieden	0
	gar nicht zufrieden	0
Die Materialien waren verständlich.	Trifft zu	1

	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Mit den Materialien ließen sich theoretische Inputs und praktischen Übungsphasen angemessen vereinen.	Trifft zu	1
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Es fällt leicht, die Materialien sinnvoll einzusetzen.	Trifft zu	1
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Methodisch-didaktische Aufbereitung		
Die Materialien waren authentisch.	Trifft zu	0
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Für den Einsatz der Materialien ist eine Vorbesprechung mit der Autorin notwendig.	Trifft zu	0
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	0
Ich hätte mir Erläuterungen zum Einsatz der Materialien gewünscht.	Trifft zu	0
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Fazit		
Das hat mir an der Konzeption der Materialien besonders gut gefallen:		
• verschiedene Materialtypen (Texte, Tabellen, Videos, Pinnwände, Learning App) authentische Situationen, die im Video deutlich wurden Beispiele für gute Impulse (an mathematische Themen angebunden)		
Damit hatte ich oder damit hatten die Teilnehmenden Schwierigkeiten:		
• Der Impulskatalog ist teilweise zu umfangreich und an manchen Stellen redundant. Vielleicht wären die "Top ten" hilfreich, sodass man sie realistisch im Alltag erproben kann und sich nicht verzettelt (viel hilft nicht immer viel :-))		

Platz für eigene Anmerkungen, Ideen oder weitere Erfahrungen.
• erfolgreicher Einsatz im Fachseminar mit positiven Rückmeldungen der LAA

D.4.2 Erprobung durch Dritte im Studium

Titel der Umfrage: **Erprobung der Workshop-Materialien**

Anzahl der Teilnehmenden: **3**

Alles in allem: Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der Konzeption des Workshops?		
Mit der Konzeption des Workshops bin ich...	sehr zufrieden	2
	teilweise zufrieden	1
	eher nicht zufrieden	0
	gar nicht zufrieden	0
Mit der Aufbereitung der Materialien bin ich...	sehr zufrieden	3
	teilweise zufrieden	0
	eher nicht zufrieden	0
	gar nicht zufrieden	0
Struktur und Aufbau		
Der Workshop war gut strukturiert.	Trifft zu	3
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die Materialien (Verlaufsplan, Präsentationsfolien, Arbeitsblätter, ...) waren verständlich.	Trifft zu	2
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die Methodenwahl war passend zu den Zielen des Workshops.	Trifft zu	3
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Die Lernmittel (darunter auch digitale Lernmittel) wurden sinnvoll eingeplant.	Trifft zu	3
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	0

	Trifft nicht zu	0
Vorbereitung auf die Durchführung		
Die Begleitmaterialien (Verlaufsplan, Präsentationsfolien, ...) sind ausreichend, um den Workshop selbstständig durchführen zu können.	Trifft zu	2
	Trifft teilweise zu	1
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Für die Durchführung des Workshops ist eine Vorbesprechung mit der Autorin der Materialien notwendig.	Trifft zu	1
	Trifft teilweise zu	2
	Trifft eher nicht zu	0
	Trifft nicht zu	0
Ich hätte mir weitere Erläuterungen zur Durchführung des Workshops gewünscht.	Trifft zu	0
	Trifft teilweise zu	0
	Trifft eher nicht zu	1
	Trifft nicht zu	2

Das hat mir an der Konzeption des Workshops besonders gut gefallen:

- direkte Anwendung der Theorie
- Die Arbeitsphasen, vor allem die Rollenspiele war sehr ertragreich.
- Das Theme finde ich sehr spannend und für die Lehrtätigkeit relevant.

Das hätte ich mir für die Vorbereitung oder Durchführung des Workshops noch gewünscht:

- Bei den Rollenspielen mehr Zeit oder vorher vereinbaren, wann es beendet wird. In manchen Gruppen war der/die SuS sehr nett und hat die Lehrkraft früh zum Ziel geführt andere haben die Lehrkraft ziemlich "auflaufen" lassen. Zieltransparenz für die Teilnehmer müsste da vielleicht klarer sein, auch auf den Folien. So waren einige Gruppen dann schnell fertig und andere hätten noch ewig weiter machen können.

Damit hatte ich Schwierigkeiten:

- selber verschiedene Impulse den Ansätzen zuzuordnen, wobei dies nur bedingt eine Schwierigkeit ist, da Uneindeutigkeit immer dazu gehört
- Beim Impulskatalog die Zuordnung der Beispiele war nicht immer eindeutig möglich, einige Beispiele wurde dann nach dem Ausschlussprinzip zugeordnet und nicht mit Verständnis, bzw. die Zuordnung blieb da auch etwas unbefriedigend. Dafür hätte man sich doch genauer mit dem Impulskatalog beschäftigen müssen.

- Der Impulskatalog ist sehr umfangreich und für die Studierende nicht immer eindeutig. Die Übung der Zuordnung ist gut gewählt, jedoch wären zwei drei isoliert Beispiele zudem auch gut. Vielleicht mehr "falsche" Impulse.

Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen.

- Gerade die Arbeitsphasen waren super ergiebig!

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 Wie groß ist der Winkel Alpha? (Variante 1) 2
Abb. 1.2 Wie groß ist der Winkel Alpha? (Variante 2) 4
Abb. 1.3 Methodisches Vorgehen in dieser Arbeit 7
Abb. 1.4 Umsetzung der Methodik in der Arbeit 9
Abb. 2.1 Darstellung von segmentierender Didaktik und Konzept des Dialogischen Lernens 36
Abb. 2.2 Der Kreislauf des Dialogischen Lernens 51
Abb. 2.3 Instrumentenkreislauf in Spiralform 55
Abb. 2.4 Darstellung des Lernprozesses mit einer konischen Spirale 55
Abb. 2.5 Darstellung von Konvergenz und Divergenz im dialogischen Lernprozess 56
Abb. 3.1 Bild eines Billard-Spiels 67
Abb. 3.2 Darstellung eines Impulses im Lernprozess 71
Abb. 3.3 Darstellung zweier Ziele von Impulsen 73
Abb. 3.4 Der Prozess der Impulsgebung 74
Abb. 3.5 Einflussfaktoren auf die Impulsgebung 78
Abb. 3.6 Das Kompetenzmodell von COACTIV mit Spezifikationen für das Professionswissen 82
Abb. 3.7 Darstellung eines unverständlich formulierten Impulses 151
Abb. 3.8 Darstellung eines unterfordernden Impulses 152
Abb. 3.9 Darstellung eines überfordernden Impulses 153
Abb. 3.10 Darstellung eines Impulses mit sehr hoher Intensität 154
Abb. 3.11 Darstellung eines Impulses mit sehr geringer Intensität 154
Abb. 3.12 Darstellung eines wenig effizienten Impulses 155
Abb. 3.13 Anregungen zur Verbesserung der Impulsgebung entlang des Impulsgebungsprozesses 162
Abb. 4.1 Aufgaben zum Stellenwertverständnis bei Dezimalbrüchen 169
Abb. 4.2 Lernstufen zur Erweiterung des Stellenwertsystems von natürlichen zu rationalen Zahlen 173
Abb. 4.3 Aufgabe zu quadratischen Funktionen im Sachkontext 175
Abb. 4.4 Lernstufen zu quadratischen Funktionen im Sachkontext Teil a) 176

Abb. 4.5 Lernstufen zu quadratischen Funktionen im Sachkontext Teil b) 177
Abb. 4.6 Aufgabe zum graphischen Integrieren 178
Abb. 4.7 Lernstufen bei der graphischen Integration 179
Abb. 4.8 Darstellung der Abschätzung des vorhandenen Wissens als Grundlage für einen Impuls 182
Abb. 4.9 Kommentierte Aufgabenbearbeitung zum Stellenwertverständnis bei rationalen Zahlen 183
Abb. 4.10 Beispiel einer Schülerbearbeitung 194
Abb. 4.11 Beurteilung von Impulsbeispiel 1 195
Abb. 4.12 Beurteilung von Impulsbeispiel 2 196
Abb. 4.13 Beurteilung von Impulsbeispiel 3 197
Abb. 4.14 Beispiel einer Schülerbearbeitung zum graphischen Integrieren 198
Abb. 4.15 Beurteilung von Impulsbeispiel 4 200
Abb. 4.16 Beurteilung von Impulsbeispiel 5 201
Abb. 4.17 Beurteilung von Impulsbeispiel 6 202
Abb. 5.1 Angebots-Nutzungs-Modell zu Einflussfaktoren im Kontext von Lehrkräftefortbildungen 207
Abb. 5.2 DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen 211
Abb. 5.3 Darstellung des Zusammenwirkens von Kognition und Performanz bei Mathematiklehrkräften 236
Abb. 5.4 Ablauf des konzipierten Seminars 244
Abb. 5.5 Beitrag des Seminars zur Erreichung der übergeordneten Lernziele zur mathematikspezifischen Impulsgebung 248
Abb. 6.1 Übersicht über die Abfolge der Erprobungen 277
Abb. 6.2 Erkenntnis zu den Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung 281
Abb. 6.3 Erkenntnis zum Anspruch leistungsschwächerer Lernenden bei der Impulsgebung 282
Abb. 6.4 Erkenntnis zu Schwierigkeiten bei Impulsen im Mathematikunterricht 283
Abb. 6.5 Erkenntnis zu Veränderungen durch die Konzentration auf die Impulsgebung 283
Abb. 6.6 Vier-Ebenen-Modell zur Messung von Fortbildungserfolg 289
Abb. 6.7 Evaluationsergebnisse zur Erprobung im Referendariat 296
Abb. 6.8 Evaluationsergebnisse zur eigenen Erprobung im Anschluss an das Praxissemester 298

Abb. 6.9 Evaluationsergebnisse zur Erprobung durch Dritte im Anschluss an das Praxissemester 298
Abb. 6.10 Evaluationsergebnisse zur Erprobung im Referendariat 304
Abb. 6.11 Evaluationsergebnisse zur Erprobung in einer Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden 311
Abb. 6.12 Evaluationsergebnisse zur Erprobung in einer Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden 318
Abb. 6.13 Evaluationsergebnisse zur Zufriedenheit mit Konzeption und Aufbereitung 322
Abb. 6.14 Evaluationsergebnisse zur Zufriedenheit mit den konzipierten Materialien 322
Abb. 6.15 Evaluationsergebnisse zur Umsetzbarkeit der Durchführung 323
Abb. 6.16 Evaluationsergebnisse zur Einsetzbarkeit der konzipierten Materialien 323

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1 Gegenüberstellung von Instruktionskonzept und Dialogischem Lernen ... 35
Tab. 2.2 Eigenschaften von Kernideen ... 40
Tab. 3.1 Gegenüberstellung der Elemente aus Billard-Spiel und Impulsgebung ... 68
Tab. 3.2 Gegenüberstellung der Phasen der Impulsgebung und der Phasen des Problemlösens ... 77
Tab. 3.3 Übersicht über die Voraussetzungen für eine gelingende Impulsgebung auf Seiten der Lehrperson ... 102
Tab. 3.4 Zuordnung der identifizierten Tätigkeiten zu den Taxonomien ... 123
Tab. 3.5 Zuordnung von Impulsansätzen zu Tätigkeiten und Taxonomien ... 125
Tab. 3.6 Übersicht über die Zuordnungen der Tätigkeiten und Ansätze zu den Taxonomien ... 138
Tab. 3.7 Übersicht über die Operatoren nach Anforderungsbereichen ... 141
Tab. 3.8 Impulskatalog ... 144
Tab. 3.9 Impulskatalog (Kurzversion) ... 148
Tab. 3.10 Übergeordnete Lernziele zur Impulsgebung ... 157
Tab. 4.1 Einordnung des Lernstandes zur Aufgabenbearbeitung aus Abb. 4.9 ... 183
Tab. 4.2 Impulse zum Überprüfen und Erreichen der ersten Lernstufe des graphischen Integrierens ... 187
Tab. 4.3 Impulse zum Überprüfen und Erreichen der zweiten Lernstufe des graphischen Integrierens ... 188
Tab. 4.4 Impulse zum Überprüfen und Erreichen der dritten Lernstufe des graphischen Integrierens ... 189
Tab. 4.5 Impulse zum Überprüfen und Erreichen der vierten Lernstufe des graphischen Integrierens ... 189
Tab. 4.6 Impulse zum Überprüfen und Erreichen der fünften Lernstufe des graphischen Integrierens ... 191
Tab. 4.7 Impulse zum Überprüfen und Erreichen der sechsten Lernstufe des graphischen Integrierens ... 191
Tab. 4.8 Impulse zum Überprüfen und Erreichen der siebten Lernstufe des graphischen Integrierens ... 192

Tab. 5.1 Übersicht über die Gestaltungsprinzipien des konzipierten Seminars . 207
Tab. 5.2 Ergebnisse der Forschungssynthese zur Gestaltung von wirksamen Fortbildungen für Lehrpersonen 209
Tab. 5.3 Verlaufsplan Sitzung 1 (1) 249
Tab. 5.4 Verlaufsplan Sitzung 1 (2) 249
Tab. 5.5 Arbeitsauftrag für die Eprobungsphase mit didaktischer Einbettung . . 254
Tab. 5.6 Verlaufsplan Sitzung 2 (1) 256
Tab. 5.7 Verlaufsplan Sitzung 2 (2) 256
Tab. 5.8 Verlaufsplan Workshop von zweieinhalb Zeitstunden (1) 262
Tab. 5.9 Verlaufsplan Workshop von zweieinhalb Zeitstunden (2) 262
Tab. 5.10 Verlaufsplan Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden (1) 266
Tab. 5.11 Verlaufsplan Lehrkräftefortbildung von vier Zeitstunden (2) 266
Tab. 5.12 Verlaufsplan Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden (1) 269
Tab. 5.13 Verlaufsplan Lehrkräftefortbildung von zwei Zeitstunden (2) 269
Tab. 6.1 Übersicht über die eigenen Erprobungen 278
Tab. 6.2 Übersicht über die Erprobungen durch Dritte 280
Tab. 6.3 Erkenntnisse der Teilnehmenden aus den Erprobungen im Referendariat und im Begleitseminar 285
Tab. 6.4 Ausgewählte Rückmeldungen zum Feld *Damit hatte ich Schwierigkeiten* 299
Tab. 6.5 Ausgewählte Rückmeldungen zum Feld *Das hat mir besonders gut gefallen* 301
Tab. 6.6 Ausgewählte Rückmeldungen zum Feld *Das habe ich durch den Workshop gelernt* 301
Tab. 6.7 Ausgewählte Rückmeldungen zum Feld *Platz für eigene Anregungen, Anmerkungen und Ideen für zukünftige Veranstaltungen* 302

Register

A

Achtsamkeit 151, 155
Adaptivität 25
Anknüpfen 70, 151, 152
Ansatz 124
Aspekt
  biographisch 39
  Sachaspekt 39
  Wirkungsaspekt 39
Auftrag 43
Austausch 16
Authentizität 27

B

Billard 67
Bündelung 171, 173

D

Darstellung 171
  g-adische 171
Dezimalbruch 169
Dezimalbruchentwicklung 174
Dezimalzahl 169
Diagnostik 25
diagnostische Fähigkeit 181
Dialog 23, 29
Dialogisches Lernen 29, 35
  Handlungsleitlinie 32
  Instrument 51
  Kreislauf 51
  singulärer Standort 30, 33
Didaktik
  segmentierend 36
Divergenz 56
Du-Phase 53

E

Eigenaktivität 106
Eigendimension 50
Eigentätigkeit 43
Einflussfaktor
  Lehrperson 80
  Lernende 90
  Lernsituation 95
Einsatzmöglichkeit 261
Entwicklungsniveau
  aktuell 23
  potenziell 23
Erkenntnis 281
Erprobung 275
Erprobungsphase 254
Evaluation 275
Evaluationsergebnisse 295

F

fachdidaktisches Wissen 82
Fehler 19
Fehlvorstellung 33, 172, 190
Flächeninhalt 179
  orientiert 179, 187
Frage 16, 18
  higher-order 108
  lower-order 108
Freiheitsgrad 24, 26
Funktion 175
  Funktionsgleichung 176
  Funktionsgraph 175, 178
  quadratisch 175

G

Gegenüber 31
Gerüst 21
Gespräch 30
Gestaltungsprinzipien 207

H

Handlungsoption 17, 20
Handlungsspielraum 87
Hauptdimension 50

I

I-R-E-Schema 19
Ich-Phase 52
Impuls 1, 16, 66, 70, 187
  Anlass 71
  Ansatz 187
  Impulsbeispiel 194
  Prozess 74
  Qualitätskriterien 150, 193, 203
  Ziel 72, 186
Impulsgebung 16, 27
  Anknüpfungspunkt 101
  Einflussfaktoren 78
  Leitgedanken 104
  Relevanz 15
  Voraussetzung 101
  übergeordnete Lernziele 156
Impulsgebungsstil 94
Impulskatalog 143
Individualität 5, 32
Individualitätsanspruch 32
Instruktionsgrad 24
Instruktionsstrategie 22
Integralfunktion 178, 187
Integration 178
Integrieren 178
  graphisch 178
Intensität 151, 154
Interaktion 16, 21, 30

K

Kernidee 38, 39
  sachabgewandt 40
  sachfern 40
  sachnah 40
  sachzugewandt 40
Kernpraktik 16
kognitive Aktivierung 16, 20, 108
kognitive Empathie 87
kognitive Präferenz 93
kognitiver Anspruch 173, 176, 179
kognitiver Konflikt 185

Kommunikation 16
Kommunikationssituation 27
Kompetenz 17, 235
  aktionsbezogen 236
  diagnostisch 24
  fachdidaktisch 81
  fachlich 33
  Gesprächskompetenz 17
  Kommunikationskompetenz 85
  kommunikativ 24
  Lernkompetenz 33
  mathematisch 17
  professionell 82, 235
  reflexiv 236
  Sprachkompetenz 17
Kompetenzbereich 82
Kompetenzfacetten 82
Kompetenzfehler 182
Kompetenzmodell 82
Kontingenz 25
Konvergenz 56
Konzeption 205

L

Lehren
  kontingent 24
Leistungsniveau 92
Lernatmosphäre 95
Lernendenbeitrag 91
Lernprozess 16, 17
Lernstand 17, 24, 168, 181, 183
Lernstufe 73, 168, 173, 175, 181
Lernverständnis 18
  konstruktivistisch 18
Lernziel 245
  Teillernziel 169

M

Metakognition 26
Mindmap 175
Motivation 112

N

Nachhaltigkeit 115, 151, 155
Nachkommastelle 172
Norm 54
  lokal 31

O

Oberflächenstruktur 16

P

Performanz 235
Performanzfehler 182
Produktion 53, 106, 151, 153
Produktionsphase 44
Professionswissen 82
  mathematisch 235

R

Rampe 43
Regularisierung 37
Reisetagebuch 45
Reproduktion 18
Rezeption 53
Rezeptionsphase 44
Rückmeldung 18, 48, 66, 151, 156

S

Scaffolding 20
  analytic 22
  social 22
Scaffolds 22
  hard 22
  soft 22
Schlüsselmerkmal 25
Spachstil 89
Spirale 55
  konisch 55
Sprache
  des Verstandenen 47
  des Verstehens 47
Sprachgebrauch
  extern 47
  intern 47
sprachsensibel 20
Standort
  singulär 42
Standortbestimmung 41
Stellenwert 169, 173, 184
Stellenwertprinzip 172
Stellenwertsystem 169, 173, 183
  dezimales 169
Stellenwerttafel 169
Stellenwertverständnis 171

T

Taxonomie 127, 176, 179
  Taxonomiestufe 173, 176, 179
Tiefenstruktur 16
Tätigkeit 122

U

Unterricht 18
  offen 18
Unterrichtsgespräch 16
  fragend-entwickelnd 18
Unterstützung 21, 28

V

Verlangsamung 26
Verstehensorientierung 105
Verständlichkeit 151

W

Wertigkeit 171, 173
Wertschätzung 113
Winkel 2
Wir-Phase 53
Würfel 2

Z

Zielorientierung 117
Zone der nächsten Entwicklung 20
Zuhören 27

Literatur

Alrø, H., & Skovsmose, O. (2004). *Dialogue and learning in mathematics education*, (Bd. 29). Boston: Kluwer Academic Publishers.

Altrichter, H., Baumgart, K., Gnahs, D., Jung-Sion, J., & Pant, H. A. (2019). Evaluation der Lehrerfortbildung in NRW. https://www.schulministerium.nrw/system/files/media/document/file/Expertenbericht_Lehrerfortbildung.pdf

Ansteeg, M. (2022). Gegenseitig und wertungsfrei: Mit Feedback die Wirkung auf den eigenen Lernprozess beurteilen. *MNU Journal*, 75 (6), 446–451.

Ansteeg, M. (2023). Ein guter Impuls – was ist das? Begriffsausschärfung anhand des Konzepts des Dialogischen Lernens. In: IDMI-Primar Goethe-Universität Frankfurt (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022*, 533–536. Münster: WTM.

Ansteeg, M. (2024). Die Impulsgebung im Mathematikunterricht verbessern – Konzeption eines Seminars für (angehende) Lehrpersonen. In: Ebers, P., Rösken, F., Barzel, B., Büchter, A., Schacht, F., & Scherer, P. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2024*, 545–548. Münster: WTM.

Ansteeg, M., & Heitzer, J. (2023). Mit Mindmaps zum Dialog. *mathematiklehren*, 238, 21–24.

Ansteeg, M., & Heitzer, J. (2024). Quality criteria of individual prompts in mathematics classrooms. In: Ní Ríordáin, M. & Erath, K. (Hrsg.), *Proceedings of the Sixteenth ERME Topic Conference on Language and Social Interaction in Heterogeneous Mathematics Classrooms*, 12–19. ERME / HAL Archieve.

Bakhtin, M. M. (1981). *The dialogic imagination*, (Bd. 1). Univ. of Texas Press.

Bakker, A., Smit, J., & Wegerif, R. (2015). Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: introduction and review. *ZDM*, 47 (7), 1047–1065. https://doi.org/10.1007/s11858-015-0738-8

Barzel, B., & Selter, C. (2015). Die DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36 (2), 259–284. https://doi.org/10.1007/s13138-015-0076-y

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520. https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2

Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. Münster: Waxmann.

Becker-Mrotzek, M. (2009). Unterrichtskommunikation als Mittel der Kompetenzentwicklung. In: Becker-Mrotzek, M. (Hrsg.), *Mündliche Kommunikation und Gesprächsdidaktik*, 103–115. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.

Becker-Mrotzek, M., & Brünner, G. (2004). Der Erwerb kommunikativer Fähigkeiten: Kategorien und systematischer Überblick. In: Becker-Mrotzek, M. & Brünner, G. (Hrsg.), *Analyse und Vermittlung von Gesprächskompetenz*, 29–46. Frankfurt: Lang.

Benölken, R., Gorski, H.-J., & Müller-Philipp, S. (2018). *Leitfaden Arithmetik*, (7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage.). Wiesbaden: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-22852-1

Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.). Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. https://www.dwds.de/. Zugegriffen: 29. November 2024

Beucke-Galm, M. (2015). Dialogische Gespräche. In: De Boer, H. & Bonanati, M. (Hrsg.), *Gespräche über Lernen - Lernen im Gespräch*, 103–121. Wiesbaden: Springer VS.

Beutelspacher, A., Danckwerts, R., Nickel, G., Spies, S., & Wickel, G. (2011). *Mathematik Neu Denken*, (1. Auflage.). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Bittner, S. (2006). *Das Unterrichtsgespräch*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. London: Longmans.

Blum, W. (2016). Mathematik wirklich verstehen – Beispiele zur Stoffdidaktik. *Der Mathematikunterricht*, 62(1), 2–7.

Brandt, B. (2015). Partizipation in Unterrichtsgesprächen. In: De Boer, H. & Bonanati, M. (Hrsg.), *Gespräche über Lernen - Lernen im Gespräch*, 37–60. Wiesbaden: Springer VS.

Bruckmaier, G. (2019). *Didaktische Kompetenzen von Mathematiklehrkräften*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26820-6

Bruder, R. (2002). Lernen, geeignete Fragen zu stellen. *mathematiklehren*, 115, 4–9.

Bruder, R. (2013). Lerntypen. https://www.math-learning.com/files/131115mued.pdf

Brunner, M. (2020). Theoretische Deduktion als kreative Verwendung von Inskriptionen. In: Kadunz, G. (Hrsg.), *Zeichen und Sprache im Mathematikunterricht*, 29–52. Heidelberg: Springer Spektrum.

Brush, T. A., & Saye, J. W. (2002). A Summary of Research Exploring Hard and Soft Scaffolding for Teachers and Students Using a Multimedia Supported Learning Environment. *The Journal of Interactive Online Learning*, 2, 1–12. http://www.ncolr.org/jiol/issues/pdf/1.2.3.pdf

Buber, M. (1984). *Das dialogische Prinzip*. Heidelberg: Lambert Schneider.

Büchter, A., & Henn, H.-W. (2010). *Elementare Analysis*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1988). Cognitive Apprenticeship. *Thinking: The Journal of Philosophy for Children*, 8 (1), 2–10. https://doi.org/10.5840/thinking19888129

Daines, D. (1986). Are Teachers Asking Higher Level Questions?. *Education*, 106, 368–374.

Danckwerts, R., & Vogel, D. (2006). *Analysis verständlich unterrichten*, (1. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Dann, H.-D., & Haag, L. (2025). Lehrerkognitionen und Handlungsentscheidungen. In: Schweer, M. K. W. (Hrsg.), *Lehrer-Schüler-Interaktion*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

De Boer, H. (2015). Lernprozesse in Unterrichtsgesprächen. In: De Boer, H. & Bonanati, M. (Hrsg.), *Gespräche über Lernen - Lernen im Gespräch*, 17–36. Wiesbaden: Springer VS.

De Boer, H., & Bonanati, M. (2015). Einleitung: Gespräche über Lernen – Lernen im Gespräch. In: De Boer, H. & Bonanati, M. (Hrsg.), *Gespräche über Lernen - Lernen im Gespräch*, 7–13. Wiesbaden: Springer VS.

De Boer, H., & Bonanati, M. (Hrsg.). (2015). Gespräche über Lernen - Lernen im Gespräch. Wiesbaden: Springer VS.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39. https://doi.org/10.25656/01:11173

Dewey, J. (2015). Philosophie und Pragmatismus. In: Martens, E. (Hrsg.), *Philosophie des Pragmatismus*, 205–246. Stuttgart: Reclam.

Ebbinghaus, H.-D., Hermes, H., Hirzebruch, F., Koecher, M., Lamotke, K., Mainzer, K., et al. (1988). *Zahlen*, (2., überarb. und erg. Aufl., Bd. 1). Berlin: Springer.

Ebert, H. (2020). *Sprache und Dialog als Führungsinstrumente*. Wiesbaden: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16776-9

Erath, K. (2017). *Mathematisch diskursive Praktiken des Erklärens*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. http://gbv.eblib.com/patron/FullRecord.aspx?p=4718734

Feuser, G. (1989). Allgemeine integrative Pädagogik und entwicklungslogische Didaktik. *Behindertenpädagogik*, (28), 4–48.

Fischer, M., Wagner, M.-C., & Breuning, M. (2015). Reflexion und Partizipation in Lerngesprächen. In: De Boer, H. & Bonanati, M. (Hrsg.), *Gespräche über Lernen - Lernen im Gespräch*. Wiesbaden: Springer VS.

Forster, O. (2016). *Analysis*, (12., verbesserte Auflage.). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Fraivillig, J. L., Murphy, L. A., & Fuson, K. C. (1999). Advancing Children's Mathematical Thinking in Everyday Mathematics Classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30 (2), 148. https://doi.org/10.2307/749608

Gallin, P. (2008). Den Unterricht dialogisch gestalten – neun Arbeitsweisen und einige Tipps. In: Ruf, U., Keller, S., & Winter, F. (Hrsg.), *Besser lernen im Dialog*, (1. Aufl.), 96–108. Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.

Gallin, P. (2009). Dialogisches Lernen im Mathematikunterricht. In: Leuders, T., Hefendehl-Hebeker, L., & Weigand, H.-G. (Hrsg.), *Mathemagische Momente*, (1. Auflage.), 40–49. Berlin: Cornelsen.

Gallin, P. (2021). Dialogisches Lernen ermöglicht auch im digitalen Fernunterricht nicht nur Repetitionen, sondern auch die Einführung neuer Wissensinhalte – Ein Interview aus der Schweiz. *Mitteilungen der GDM*, 110, 17–19.

Gallin, P., & Hußmann, S. (2006). Dialogischer Unterricht – aus der Praxis in die Praxis. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 48 (7), 1–6.

Gallin, P., & Ruf, U. (2018). Dialogischer Unterricht - Lernen mit Kernideen und Reisetagebüchern. http://www.sinus-transfer.de/fileadmin/MaterialienBT/gallin.pdf

Geißner, H. (2007, 20. Oktober). Dialogisches Lernen im Unterricht. Saarbrücken-Dudweiler.

Giersmehl, I., Jörgens, T., Jürgensen-Engl, T., Riemer, W., & Sonntag, R. (2011). *Lambacher-Schweizer – Mathematik für Gymnasien*, (1. Aufl.). Stuttgart: Klett.

Golus, K., Heinrich, M., Lübeck, A., & Otto, J. (2019). Der Beitrag der Universitäten zur Lehrerfortbildung. In: Groot-Wilken, B. & Koerber, R. (Hrsg.), *Nachhaltige Professionalisierung für Lehrerinnen und Lehrer*, 221–254. Bielefeld: wbv.

Gölitzer, S. (2015). Sprachtheoretische Grundlagen des Dialogs nach Wilhelm von Humboldt. In: De Boer, H. & Bonanati, M. (Hrsg.), *Gespräche über Lernen - Lernen im Gespräch*. Wiesbaden: Springer VS.

Heckmann, K. (2007). Von Zehnern zu Zehnteln. *mathematiklehren*, 142, 45–51.

Heitzer, J., & Weigand, H.-G. (2015). Schönheit erleben. *mathematiklehren*, 193, 2–8.

Hermkes, R., Mach, H., & Minnameier, G. (2018). Interaction-based coding of scaffolding processes. *Learning and Instruction*, 54, 147–155. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.09.003

Hertzsch, H., & Schneider, F. M. (2018). Kommunikationskompetenz von Lehrkräften an Schulen. In: Vogel, I. C. (Hrsg.), *Kommunikation in der Schule*, (2., aktualisierte Auflage.), 75–100. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Hirn, A., & Weiß, C. (2017). *Analysis – Grundlagen und Exkurse*. Berlin: Springer Spektrum.

Holzäpfel, L., Loibl, K., & Ufer, S. (2015). Fehler ≠ Fehler. *mathematiklehren*, 191, 2–8.

Häsel-Weide, U., & Schöttler, C. (2021). Das Dezimalsystem verstehen – Bedeutung, Erkenntnisse, Anregungen. *Zeitschrift für Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis*, 2. https://doi.org/10.48648/8qae-mb28

Jeschke, C., Lindmeier, A., & Heinze, A. (2020). Vom Wissen zum Handeln: Vermittelt die Kompetenz zur Unterrichtsreflexion zwischen mathematischem Professionswissen und der Kompetenz zum Handeln im Mathematikunterricht? Eine Mediationsanalyse. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 42 (1), 159–186. https://doi.org/10.1007/s13138-020-00171-2

Kiel, E., Meyer, M., & Müller-Hill, E. (2015). Erklären. Was? Wie? Warum?. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 57 (64), 2–9.

Kiemer, K., Gröschner, A., Pehmer, A.-K., & Seidel, T. (2015). Effects of a classroom discourse intervention on teachers' practice and students' motivation to learn mathematics and science. *Learning and Instruction*, 35, 94–103. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.10.003

Kirkpatrick, D. L. (1979). Techniques for evaluating training programs. *Training and Development Journal*, 33 (6), 78–92.

Klimke, D. (2021). *Das Konzept des Dialogischen Lernens im Mathematikunterricht.* Dissertation. https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/33177

Klimke, D., & Lutz-Westphal, B. (2018). Dialogisches Lernen im Mathematikunterricht – der Dialog als grundlegendes Prinzip und Handreichung für Lehrkräfte. In: Bender, P. & Wassong, T. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018*, 975–978. Münster: WTM.

Kniffka, G. (2012). Scaffolding – Möglichkeiten, im Fachunterricht sprachliche Kompetenzen zu vermitteln. In: Michalak, M. & Kuchenreuther, M. (Hrsg.), *Grundlagen der Sprachdidaktik: Deutsch als Zweitsprache*, 208–225. Baltamannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Kobarg, M., Prenzel, M., & Schwindt, K. (2009). Stand der empirischen Unterrichtsforschung zum Unterrichsgespräch im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Becker-Mrotzek, M. (Hrsg.), *Mündliche Kommunikation und Gesprächsdidaktik*, 408–428. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.

Koerber, R. (2019). Handlungsorientierte Unterrichtsmethoden erfahrungsbasiert vermitteln. In: Groot-Wilken, B. & Koerber, R. (Hrsg.), *Nachhaltige Professionalisierung für Lehrerinnen und Lehrer*, 191–220. Bielefeld: wbv.

Kracl, C. L. (2012). Review or True? Using Higher-Level Thinking Questions in Social Studies Instruction. *The Social Studies*, 103 (2), 57–60. https://doi.org/10.1080/00377996.2011.586382

Krammer, K. (2009). *Individuelle Lernunterstützung in Schülerarbeitsphasen*, (Bd. 15). Münster: Waxmann.

Krosanke, N. (2021). *Entwicklung der professionellen Kompetenz von Mathematiklehramtsstudierenden zur Bedeutung von Sprache.* Wiesbaden: Springer Spektrum. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-658-33505-2

Kuntze, S. (2012). Vernetzen als Idee – Vernetzen durch Ideen. *mathematiklehren*, 173, 2–8.

Lehmann-Rommel, R. (2015). Unterrichtsgespräche aus semiotisch-pragmatischer Perspektive. In: De Boer, H. & Bonanati, M. (Hrsg.), *Gespräche über Lernen - Lernen im Gespräch.* Wiesbaden: Springer VS.

Leisen, J. (2007). Unterrichtsgespräch: Vom fragend-entwickelnden Unterricht, dem sokratischen Dialog und Schülergesprächen. In: Mikelskis-Seifert, S. (Hrsg.), *Physik-Methodik*, (1. Aufl.), 115–132. Berlin: Cornelsen Scriptor.

Leiss, D. (2007). Hilf mir es selbst zu tun. *Texte zur mathematischen Forschung und Lehre*, 57. http://fox.leuphana.de/portal/de/publications/hilf-mir-es-selbst-zu-tun(e36241aa-dfa8-4b9f-a22a-2004374ed465).html

Lerman, S., Winbourne, P., & Murphy, B. (2012). Zusammenhänge sichtbar machen. *mathematiklehren*, 173, 52–56.

Lindmeier, A. (2013). Video-vignettenbasierte standardisierte Erhebung von Lehrerkognitionen. *Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken*. https://doi.org/10.25656/01:10992

Link, F. (2011). *Problemlöseprozesse selbstständigkeitsorientiert begleiten*, (1. Aufl.). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2019). Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich? – Ein Update. In: Groot-Wilken, B. & Koerber, R. (Hrsg.), *Nachhaltige Professionalisierung für Lehrerinnen und Lehrer*. Bielefeld: wbv.

Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2021). Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten. Bertelsmann Stiftung. https://doi.org/10.11586/2020080

Lotz, M., & Lipowsky, F. (2015). Die Hattie-Studie und ihre Bedeutung für den Unterricht. Ein Blick auf ausgewählte Aspekte der Lehrer-Schüler-Interaktion. In: Mehlhorn, G., Schöppe, K., & Schulz, F. (Hrsg.), *Begabungen entwickeln & Kreativität fördern*, 97–136. München: Kopaed.

Lutz-Westphal, B. (2014). Das forschende Fragen lernen. *mathematiklehren*, 184, 16–19.

Lutz-Westphal, B. (2021, 20. November). Dialogisches Lernen im Dialog. "Und jetzt?" – der Folgeauftrag. Gehalten auf der Jahrestagung "Lernen im Dialog XIV".

Lutz-Westphal, B., d'Hénin, T., & Linke, P. (2022). *Die 5. Dimension des Mathe.Forscher-Unterrichts*. https://www.stiftungrechnen.de/wp-content/uploads/2022/09/STR22-3G-Publikation_05-Einzelseiten.pdf

Maaß, K. (2007). *Mathematisches Modellieren*, (2. Auflage.). Berlin: Cornelsen Scriptor.

Maisano, M.-L. (2019). *Beschreiben und Erklären beim Lernen von Mathematik*. Wiesbaden: Springer Spektrum. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-658-25370-7

Martens, L. (2021). Auf den Spuren der Kernidee als Instrument des Dialogischen Lernens. Masterarbeit. https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/handle/fub188/31139/Masterarbeit_Lea%20Martens.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mason, J. (2020). Questioning in Mathematics Education. In: Lerman, S. (Hrsg.), *Encyclopedia of Mathematics Education*, 705–711. Basel: Springer International Publishing.

Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2010). *Thinking mathematically*, (second ed.). London: Pearson.

Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2012). *Mathematisch denken*, (6., aktualisierte und überarbeitete Auflage.). München: Oldenbourg Verlag.

Mehan, H. (1979). *Learning Lessons*. Harvard University Press. https://doi.org/10.4159/harvard.9780674420106

Mehrabian, A., & Ferris, S. R. (1967). Inference of attitudes from nonverbal communication in two channels. *Journal of consulting psychology*, 31 (3), 248–252. https://doi.org/10.1037/h0024648

Meyer, M., & Tiedemann, K. (2017). *Sprache im Fach Mathematik*. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Mietzel, G. (2017). *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens*, (9., aktualisierte und erweiterte Auflage.). Göttingen: Hogrefe.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2014). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II. Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. Mathematik*.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2015). Vorgaben für die Konstruktion von Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung im Fach Mathematik. https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/system/files/media/document/file/konstruktionsvorgaben_mathematik.pdf

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2022). Übersicht über die Operatoren im Fach Mathematik (gültig ab dem Abitur 2023). https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/system/files/media/document/file/m_operatoren_ab_2023_1.pdf

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2023). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II. Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. Mathematik*. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/m/KLP_GOSt_Mathematik.pdf

Mosandl, C., & Sprenger, L. (2015). „2,70 + 3,60 = 5,130“. *mathematiklehren*, 191, 25–29.

Nemeth, L., Scheitz, N., Hollmann, N., Borromeo Ferri, R., & Lipowsky, F. (2023). Mix it up!. *mathematiklehren*, 238, 25–28.

Pabst-Weinschenk, M., & Thiel, B. (2012). *Dialogisch lernen im Seminarfach*, (2., überarb. Aufl.). Alpen: Pabst Press.

Padberg, F. (2011). Bruch- und Dezimalbruchrechnung – neue Ideen aus Forschung und Praxis. *Der Mathematikunterricht*, 57 (3), 2–4.

Palincsar, A. S. (1986). The Role of Dialogue in Providing Scaffolded Instruction. *Educational Psychologist*, 21 (1–2), 73–98. https://doi.org/10.1080/00461520.1986.9653025

Pol, J. Van de, & Elbers, E. (2013). Scaffolding student learning: A micro-analysis of teacher–student interaction. *Learning, Culture and Social Interaction*, 2 (1), 32–41. https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2012.12.001

Pol, J. Van de, Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher-Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22 (3), 271–296. https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6

Pol, J. Van de, Volman, M., & Beishuizen, J. (2012). Promoting teacher scaffolding in small-group work: A contingency perspective. *Teaching and Teacher Education*, 28 (2), 193–205. https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.09.009

Prediger, S., Barzel, B., Leuders, T., & Hußmann, S. (2011). Systematisieren und Sichern. *mathematiklehren*, 164, 2–9.

Puntambekar, S. (2022). Distributed Scaffolding: Scaffolding Students in Classroom Environments. *Educational Psychology Review*, 34 (1), 451–472. https://doi.org/10.1007/s10648-021-09636-3

Pólya, G. (1966). *Vom Lösen mathematischer Aufgaben*, (Bd. 20). Basel: Birkhäuser.

Pólya, G. (1995). *Schule des Denkens*, (4. Aufl., Bd. 36). Tübingen: Francke.

Reiss, K., & Schmieder, G. (2014). *Basiswissen Zahlentheorie*. Wiesbaden: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39773-8

Rezmer, A. (im Druck). Dialogue in the Context of Dialogic Learning. In: *Proceedings of the 15th International Congress on Mathematical Education.*

Richert, P. (2005). *Typische Sprachmuster der Lehrer-Schüler-Interaktion*. Dissertation.

Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking*. New York: Oxford Univ. Press. http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0639/89008697-d.html

Rolfes, T., Vollstedt, M., Ufer, S., Heinze, A., & Reiss, K. (2023). Forschungsgegenstände und Forschungsziele der Mathematikdidaktik. In: Bruder, R., Büchter,

A., Gasteiger, H., Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H.-G. (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik*, 717–746. Heidelberg: Springer Spektrum.

Roth, J., & Hofe, R. vom. (2023). Verständnisvoll lernen. *mathematiklehren*, 236, 8–11.

Roth, J., & Weigand, H.-G. (2014). Forschendes Lernen. *mathematiklehren*, 184, 2–9.

Ruf, U. (2008). Das Dialogische Lernmodell. In: Ruf, U., Keller, S., & Winter, F. (Hrsg.), *Besser lernen im Dialog*, (1. Aufl.), 13–26. Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.

Ruf, U. (2008). Das Dialogische Lernmodell vor dem Hintergrund wissenschaftlicher Theorien und Befunde. In: Ruf, U., Keller, S., & Winter, F. (Hrsg.), *Besser lernen im Dialog*, (1. Aufl.), 233–270. Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.

Ruf, U., & Gallin, P. (2018). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Austausch unter Ungleichen*, (6. Auflage.). Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.

Ruf, U., & Gallin, P. (2019). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Spuren legen - Spuren lesen*, (6. Auflage.). Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.

Rösike, K.-A., Prediger, S., & Barzel, B. (2016). DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen von Lehrpersonen. https://dzlm.de/files/uploads/DZLM-Gestaltungsprinzipien-Konkretisierung_161201.pdf

Salle, A., & Hofe, R. vom. (2020). Graphisch in die Analysis. *mathematiklehren*, 218, 39–43.

Salle, A., & Jetses, T. (2023). Vorstellungsnetze legen. *mathematiklehren*, 236, 33–37.

Schlager, S., Kaulvers, J., & Büchter, A. (2018). Laut denken, aufmerksam zuhören. *mathematiklehren*, 206, 34–37.

Schmidt-Thieme, B. (2014). Erklären können. Aufbau von Erklärkompetenz im Lehramtsstudium. https://doi.org/10.17877/DE290R-15825

Schreiber, C. K., & Wille, A. M. (2020). Semiotische Perspektiven auf das Erklären von Mathematik in Laut- und Gebärdensprache. In: Kadunz, G. (Hrsg.), *Zeichen und Sprache im Mathematikunterricht*. Heidelberg: Springer Spektrum.

Schulze-Pillot, R. (2015). *Einführung in Algebra und Zahlentheorie*. Wiesbaden: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-55216-8

Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK] (Hrsg.). (2004). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*. Berlin. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung-Bildungswissenschaften.pdf

Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK] (Hrsg.). (2012). Operatoren für das Fach Mathematik an den Deutschen Schulen im Ausland. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/Auslandsschulwesen/Kerncurriculum/Auslandsschulwesen-Operatoren-Mathematik-10-2012.pdf

Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK] (Hrsg.). (2020). Ländergemeinsame Eckpunkte zur Fortbildung von Lehrkräften als ein Bestandteil ihrer Professionalisierung in der dritten Phase der Lehrerbildung. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_03_12-Fortbildung-Lehrkraefte.pdf

Smit, J., A. A. Eerde, H. van, & Bakker, A. (2013). A conceptualisation of whole–class scaffolding. *British Educational Research Journal*, 39(5), 817–834. https://doi.org/10.1002/berj.3007

Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien in Koblenz. Impulse setzen. https://studienseminar.rlp.de/fileadmin/user_upload/studienseminar.rlp.de/gy-ko/2__Impulse_setzen.pdf. Zugegriffen: 29. November 2024

Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313–340. https://doi.org/10.1080/10986060802229675

Sullivan, P., & Mornane, A. (2013). Exploring teachers' use of, and students' reactions to, challenging mathematics tasks. *Mathematics Education Research Journal*, 26(2), 193–213. https://doi.org/10.1007/s13394-013-0089-0

Sullivan, P., Mousley, J., & Zevenbergen, R. (2006). Teacher Actions to Maximize Mathematics Learning Opportunities in Heterogeneous Classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 117–143. https://doi.org/10.1007/s10763-005-9002-y

Thiel, B. (2008). Die wertungsfreie Rückmeldung – ein essenzieller Beitrag zur Feedback-Kultur im Unterricht. In: Heilmann, C. M. & Lepschy, A. (Hrsg.), *Rhetorische Prozesse*, (1. Aufl.), 115–128. München: Reinhardt.

Thiel, B. (2009). Dialogisches Lernen im Unterricht. *sprechen*, (47).

Tietze, U.-P., Klika, M., & Wolpers, H. (2000). *Mathematikunterricht in der Sekundarstufe II*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner. https://doi.org/10.1007/978-3-322-90568-0

Ufer, S., Heinze, A., & Lipowsky, F. (2023). Unterrichtsqualität und Instruktionsstrategien. In: Bruder, R., Büchter, A., Gasteiger, H., Schmidt-Thieme, B., & Weigand,

H.-G. (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik*, 465–492. Heidelberg: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66604-3_15

Vogel, I. C. (Hrsg.). (2018). *Kommunikation in der Schule*, (2., aktualisierte Auflage.). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Vollstedt, M., Ufer, S., Heinze, A., & Reiss, K. (2015). Forschungsgegenstände und Forschungsziele. In: Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H.-G. (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik*, 567–590. Heidelberg: Springer Spektrum.

Vygotksky, L. S. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4

Wagenschein, M. (1968). *Die Sprache im Physikunterricht*. Beltz. https://doi.org/10.25656/01:23430

Wagenschein, M. (1988). *Naturphänomene sehen und verstehen*. Stuttgart: Klett.

Wallraf, R. M. M. (2021). *Förderung der fachkommunikativen Kompetenz bei angehenden Mathematiklehrkräften der Sekundarstufen. Konzeption, Entwicklung und Erprobung eines Lernhefts*. Dissertation. https://publications.rwth-aachen.de/record/824434/files/824434.pdf

Watson, A., & Mason, J. (1998). *Questions and prompts for mathematical thinking*. Derby: Association of Teachers of Mathematics.

Wegerif, R. (2013). *Dialogic: Education for the Internet age*. London: Routledge.

Wessel, L., Büchter, A., & Prediger, S. (2018). Weil Sprache zählt. *mathematiklehren*, 206, 2–7.

Winter, H. W. (2016). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-10605-8

Wittmann, E. C. (1998). Design und Erforschung von Lernumgebungen als Kern der Mathematikdidaktik. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 16. https://doi.org/10.25656/01:13385

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 17 (2), 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

Ziegenbalg, J. (2015). *Elementare Zahlentheorie*, (2., überarb. Aufl.). Wiesbaden: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-07171-4