

# **Nachhaltigkeit im Bergbau**

## **Indikatoren und Beurteilungssystem**

Von der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik der  
Rheinisch -Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Ingenieurwissenschaften**

genehmigte Dissertation

vorgelegt von

**Dipl.-Ing. José Benito Pateiro Fernández**

aus Stolberg

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. P.N. Martens

Univ.-Prof. Dr.-Ing. A. Seeliger

Tag der mündlichen Prüfung: 12.09.2008

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Hochschulbibliothek online verfügbar.



## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit entstand in den Jahren 2004 – 2008 während meiner Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter und später Oberingenieur am Institut für Bergbaukunde I (BBK I) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH Aachen University).

Die Grundlagen zu meinen Untersuchungen zum Themenkomplex „Bergbau und Nachhaltigkeit“ wurden bereits in den Jahren 2002 und 2003 durch meine Mitarbeit im Teilprojekt 2 „Gewinnung, Aufbereitung und Entsorgung“ im Sonderforschungsbereich 525 (SFB 525) mit dem Titel „Ressourcenorientierte Gesamtbetrachtung von Stoffströmen metallischer Rohstoffe – Methoden und ihre Anwendung“ gelegt.

Die vertiefte Beschäftigung mit Nachhaltigkeitsindikatoren und Beurteilungssystemen für den Bergbau begann im Rahmen meiner Mitarbeit an den Projekten „Entwicklung eines Beurteilungssystems für die Nachhaltigkeit bei der Rohstoffgewinnung“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und „Bildung und Bewertung von Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung bei der bergmännischen Gewinnung nicht-energetischer mineralischer Rohstoffe in Deutschland“ im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).

Mein besonderer und herzlicher Dank gilt Herrn Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing P.N. Martens. Nicht nur seine konstruktive und engagierte Unterstützung meiner Dissertation gepaart mit zahlreichen und anregenden Diskussionen zum Thema haben schließlich zum Gelingen dieser Arbeit geführt. Auch durch seine fortwährende aktive Förderung und Unterstützung während dieser Zeit am Institut habe ich die Möglichkeit erhalten, zahlreiche Kongresse zu besuchen und dort aktiv mit Fachleuten neueste Entwicklungen zu besprechen und Ideen auszutauschen. Des Weiteren hat Herr Professor Martens es mir ermöglicht, an zahlreichen Gremien auf nationaler und internationaler Ebene teilzunehmen und so die politische Dimension der Thematik praktisch zu erfahren.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Professor Dr.-Ing. A. Seeliger bedanken, der formlos und spontan das Ko-Referat übernommen hat.

Und nicht zuletzt gilt mein Dank auch Herrn Professor Dr. jur. W. Frenz, der den Vorsitz der Prüfungskommission übernommen hat.

Den ehemaligen Kollegen aus dem SFB 525 möchte ich für die Diskussionsbereitschaft und Unterstützung danken.

Meinen Kollegen aus den späteren Projekten, Herrn E. Drüppel und Dr. S. Möllerherm, möchte ich namentlich für ihre fachlichen Anregungen und die gute Zusammenarbeit danken. Ebenso den Herren Dr. C. Pieper und M. Mohlfeld unseres damaligen Projektpartners ZKP Zerna, Köpper & Partner, mit denen ich im Rahmen des BMWi-Projektes anregende und interessante Diskussionen führen durfte.

Auch Herr Dr. L. Rattmann, Akademischer Oberrat des BBK I, war mir stets ein guter Diskussionspartner, insbesondere bei der Erörterung des Unterschieds zwischen Kennzahlen und Indikatoren.

Den Kollegen und Mitarbeitern des Instituts für Bergbaukunde I möchte ich für die gute Zusammenarbeit und ihre aufmunternden Worte, insbesondere in den letzten Wochen der Erstellung dieser Arbeit, danken. Und besonders erwähnen und danken möchte ich hier Frau A. Schwiertz für ihre kritische Durchsicht meines Manuskripts.

Mein Dank gilt aber auch allen Fachkollegen, mit denen ich in Kongressen, Tagungen, Workshops und anderen Zusammentreffen über diese Thematik diskutiert und mich ausgetauscht habe. Auch sie haben dazu beigetragen, mir teilweise fachfremdes Wissen verständlich zu machen, mir neue Sichtweisen zu vermitteln und komplexe fachübergreifende Zusammenhänge zu erschließen.

Insbesondere möchte ich meinem Kollegen G. Récoché von der BRGM, der auf einem TAIEX-meeting im Jahr 2007 dem Publikum zurief: „Tell your colleagues: we have enough indicators!“, antworten: „Voilà!“ Und Herrn P. Christmann, Generalsekretär von EuroGeoSurveys, verweise ich in Bezug auf die Frage, ob Bergbau nachhaltig ist, ebenfalls mit einem Augenzwinkern, auf die Einleitung zu dieser Arbeit. Ich freue mich auf weitere Diskussionen hierzu.

Meinen Freunden danke ich für ihre Aufmunterungen und ihre fortwährende Unterstützung in dieser Zeit.

Abschließend gilt mein größter Dank meiner Familie, denen ich ein „¡Aqui está!“ zürufe.

Aachen, im September 2008

## Kurzzusammenfassung

Im Zuge der Erstellung des Berichts der Weltkommission zu Umwelt und Entwicklung (World Commission on Environment and Development, WCED) in den 1980er Jahren ist ein Begriff in die öffentliche Diskussion um Umwelt und Entwicklung eingeführt worden, der wie kein anderer die internationale und nationale Politik der letzten zwanzig Jahre in allen Bereichen beeinflusst hat: *sustainable development*.

Der von der UN im Jahre 1992 beschlossene Maßnahmenkatalog in der Agenda 21 enthält die Aufforderung, Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung zu bilden. In diesem Zusammenhang wird unter einem Indikator eine quantitative oder qualitative Messgröße verstanden, die gemessen oder beschrieben und über die Zeit beobachtet werden kann und welche darüber hinaus fähig ist, den gegenwärtigen Zustand und Änderungen aufzuzeigen. Um eine ganzheitliche Beurteilung der Nachhaltigkeit einfach durchzuführen, werden hochaggregierte Indikatoren benötigt, die die innerhalb eines zu definierenden Referenzsystems identifizierten relevanten Kriterien in sich vereinigen.

In der vorliegenden Arbeit werden Nachhaltigkeitsindikatoren für den Bergbau entwickelt, die die Vorgaben des *sustainable development*-Konzeptes und der Agenda 21 berücksichtigen:

Die Indikatoren sind quantifizierbar und über die Zeit nachvollziehbar, so dass Entwicklungen verfolgt und bewertet werden können. Des Weiteren berücksichtigen sie den dimensionsübergreifenden Aspekt des *sustainable development*. Sie sind derart konzipiert, dass die Integration mehrerer Dimensionen in einem Indikator vollzogen werden kann. Die Prämissen, die bei der Bildung der Indikatoren zu Grunde gelegt werden, sind die Minimierung von negativen Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft bei gleichzeitiger Maximierung von sozialen und ökonomischen Faktoren. Des Weiteren wird das partizipative Moment, das Teil der Nachhaltigkeits-Idee ist, gewährleistet, indem explizit die soziale Akzeptanz gewisser Maßnahmen in die Beurteilung integriert wird. Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Indikatoren basieren auf der logischen Verknüpfung von Aussagen mittels der Booleschen Algebra. Ausgehend von grundlegenden Aussagen, deren Wahrheitswert sich an dem operationalisierten Nachhaltigkeitsparadigma orientiert, werden komplexere dimensionsübergreifende Aussagen konstruiert und ausgewertet.

## Abstract

In the course of the development of the Report of the World Commission on Environment and Development (WCED) in the 1980ies an expression was introduced in the public discussion on environment and development that influenced the international and national policies of the last twenty years in all areas: sustainable development.

The UN decided in 1992 to implement a programme with the Agenda 21 which contains the demand for developing indicators for sustainable development. In this context an indicator is understood as a quantitative or qualitative measure that can be measured or described throughout time and which moreover is able to depict the current status and changes. In order to enable for a simple holistic assessment of sustainable development, highly aggregated indicators are required, which integrate the criteria identified as relevant within a framework to be defined.

In the presented work sustainability indicators for the mining industry are developed, that account for the allowances of the sustainable development concept and the Agenda 21.

The indicators are quantifiable and traceable through time so that developments can be traced and assessed.

Furthermore the indicators account for the multidimensional aspect of sustainable development. They are designed to allow for the integration of several dimensions in one indicator.

The premises that are underlying the development of the indicators are the minimization of negative impacts on the environment and society while simultaneously considering the maximization of social and economic factors. Moreover, the participative momentum that is part of the sustainability idea is safeguarded in explicitly integrating the social acceptance of certain measures into the assessment.

The indicators presented base on the logical combination of statements through the use of Boolean algebra. Starting with basic statements for which the logical value is oriented on the sustainability paradigm complex multidimensional statements can be constructed and assessed.

# I Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	I
Kurzzusammenfassung.....	III
Abstract.....	IV
I Inhaltsverzeichnis.....	V
II Abbildungsverzeichnis.....	XI
III Tabellenverzeichnis.....	XIII
IV Abkürzungen.....	XVII
V Abkürzungen und Symbole in mathematischen Ausdrücken.....	XIX
V.1 Variablen.....	XIX
V.2 Indizes.....	XXI
V.3 Sonstige Symbole.....	XXIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Hintergrund und Motivation.....	1
1.2 Ziel und Vorgehensweise.....	6
2 Entstehung des Begriffes <i>sustainable development</i> .....	9
2.1 Condorcet und Malthus: Die Grenzen des Bevölkerungswachstums.....	9
2.2 Brown: Die Herausforderung der Zukunft des Menschen.....	11
2.3 Boulding: Das „Raumschiff Erde“.....	12
2.4 Die politische und gesellschaftliche Situation 1945 bis 1970.....	15
2.4.1 Entwicklungspolitische Situation.....	16
2.4.2 Internationale Politik.....	19
2.4.3 Umweltpolitische Situation.....	20
2.5 Die Wissenschaftskonferenz „Biosphere“ in Paris.....	23
2.6 Der Pearson-Report.....	26
2.7 Das Man and the Biosphere Programm (MAB).....	28
2.8 Der Founex-Report.....	28
2.9 WARD/DUBOS' „Only One Earth“.....	31
2.10 GOLDSMITHs „Blueprint for Survival“.....	32
2.11 Die Stockholmer UN-Konferenz „Human Environment“ 1972.....	35

2.12	MIT: Die Grenzen des Wachstums .....	40
2.13	BARILOCHES „The Limits to Poverty“ .....	44
2.14	Die Cocoyoc-Deklaration und der Dag-Hammarskjöld-Report .....	46
2.15	Der Brandt-Report .....	49
2.16	IUCNs' „World Conservation Strategy“ .....	52
2.17	Der Brundtland-Report .....	54
2.18	UN Conference on Environment and Development und die Agenda 21 .....	58
2.19	UN World Summit on Sustainable Development .....	61
2.20	Ausblick: Entwicklungen seit Rio 1992 .....	62
3	Sustainable Development und Bergbau .....	65
3.1	Definitionen und Interpretationen.....	65
3.2	Exkurs: Von <i>sustainable development</i> zu <i>nachhaltiger Entwicklung</i> .....	68
3.3	Dimensionen der Nachhaltigkeit.....	71
3.4	Operationalisierung der Nachhaltigkeit: Indikatoren .....	73
3.5	Nachhaltigkeit und Bergbau .....	75
3.5.1	Die Kapitalmodelle: starke und schwache Nachhaltigkeit .....	76
3.5.2	Akteure in der Rohstoffindustrie .....	78
3.5.2.1	Industriegeführte Initiativen .....	79
3.5.2.2	Multinationale Initiativen .....	82
3.5.2.3	Finanzinstitutionen im Rohstoffsektor.....	85
3.5.2.4	Nationale Initiativen .....	88
3.5.2.5	Sonstige Akteure.....	89
3.5.3	Nachhaltigkeitsindikatoren für den Bergbau .....	91
4	Theoretischer Hintergrund .....	93
4.1	Einsatz der Booleschen Algebra bei der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren.....	94
4.1.1	Umwandlung von (umgangssprachlichen) Aussagen in mathematische Gleichungen .....	95

---

4.1.2	Verknüpfung von Aussagen.....	96
4.1.3	Auswahl der Verknüpfung.....	98
4.1.3.1	Fall 2: Die absoluten Staubemissionen verringern sich, die spezifischen Staubemissionen erhöhen sich. ....	99
4.1.3.2	Fall 3: Die absoluten Staubemissionen erhöhen sich, die spezifischen Staubemissionen reduzieren sich. ....	100
4.1.4	Anpassung des Modells: Einbezug der Randbedingung.....	101
4.1.5	Quantifizierung der Ergebnisse.....	103
4.1.6	Transformation der Operatoren UND sowie ODER in Multiplikation und Addition.....	106
4.1.6.1	Anwendungsbeispiel: Umweltauswirkung durch Staubemissionen .....	106
4.1.7	Zwischenergebnis: Informationsgewinn .....	108
4.1.8	Kurzfristige Bestandsaufnahme und langfristige ex post Betrachtung .....	109
4.1.8.1	Tagebau A: Gesamtstaubemissionen schwanken um einen Mittelwert .....	109
4.1.8.2	Tagebau B: Gesamtstaubemissionen sinken langfristig; Anstieg in einem Jahr .....	110
4.1.8.3	Tagebau C: Gesamtstaubemissionen steigen langfristig; Abnahme in einem Jahr .....	110
4.1.9	Langfristige Betrachtung: ex post.....	111
4.1.9.1	Formulierung der Zielvorgaben.....	111
4.1.9.2	Mathematische Darstellung der Zielvorgaben.....	112
4.1.9.3	Verknüpfung der Zielvorgaben zur Bildung des Booleschen Indikators .....	112
4.1.9.4	Transformation des Booleschen Indikators in einen quantifizierbaren Term .....	113
4.1.9.5	Anwendung auf die Fallbeispiele .....	113

4.2	Zusammenfassung und Analyse .....	117
5	Nachhaltigkeitsindikatoren für den Bergbau .....	119
5.1	Nachhaltigkeitsindikatoren für die ökologische Säule.....	122
5.1.1	Ökologische Zielvorgabe.....	123
5.1.2	Gesetzliche und sektorale Zielvorgabe .....	123
5.1.3	Soziale Zielvorgabe.....	124
5.1.4	Genereller Aufbau der ökologischen Indikatoren.....	125
5.1.4.1	Starke Nachhaltigkeit .....	125
5.1.4.2	Schwache Nachhaltigkeit: .....	127
5.1.5	Ökologische Nachhaltigkeitsindikatoren.....	129
5.1.5.1	Indikator: Staub, $P_D$ (Pollution, Dust).....	130
5.1.5.2	Indikator: Klimarelevante Gase , $P_{GHG}$ (Pollutant, Green House Gases).....	132
5.1.5.3	Indikator: Nicht-Klimarelevante Gase , $P_{non-GHG}$ (Pollutant, Non Green House Gases) .....	136
5.1.5.4	Indikator: Bodenemissionen, $P_{sp}$ (Pollutant, Soil Pollutants) .....	140
5.1.5.5	Indikator: Wasseremissionen, $P_{wp}$ (Pollutant, Water Pollutants) .....	146
5.1.5.6	Indikator: Flächeninanspruchnahme, $U_A$ (Utilization, Area).....	152
5.1.5.7	Indikator: Energieinanspruchnahme, $U_E$ (Utilization, Energy) ....	156
5.1.5.8	Indikator: Wasserinanspruchnahme, $U_W$ (Utilization, Water).....	158
5.2	Nachhaltigkeitsindikatoren für die ökonomische Säule.....	160
5.2.1	Genereller Aufbau der ökonomischen Indikatoren .....	160
5.2.1.1	Starke Nachhaltigkeit: .....	161
5.2.1.2	Schwache Nachhaltigkeit: .....	161
5.2.2	Ökonomische Nachhaltigkeitsindikatoren.....	162
5.2.2.1	Indikator: Wirtschaftliche Leistung, $Pr$ (Profit) .....	163

---

5.2.2.2	Indikator: Rendite, TSR (Total Shareholder Return).....	165
5.2.2.3	Indikator: Investitionen in Anlagevermögen, $Inv_{plant}$ (Investment, Plant) .....	167
5.2.2.4	Indikator: Investitionen in F&E, $Inv_{R\&D}$ (Investment, Research and Development) .....	169
5.2.2.5	Indikator: Ausstehende Schadensregulierung, $C_{comp, tbp}$ (Cost, Compensation to be paid).....	171
5.2.2.6	Indikator: Entstandene Schäden, $C_{loss}$ (Cost, Loss).....	173
5.2.2.7	Indikator: Rückstellungen, $Prov_{LC}$ (Provisions, Legal Compliant).....	175
5.2.2.8	Indikator: Wertschöpfung , $AV_{econ}$ (Added Value, Economic).....	177
5.2.2.9	Indikator: Fördermenge, $Prod$ (Production).....	180
5.3	Nachhaltigkeitsindikatoren für die soziale Säule .....	182
5.3.1	Genereller Aufbau der sozialen Indikatoren .....	182
5.3.1.1	Starke Nachhaltigkeit:.....	182
5.3.1.2	Schwache Nachhaltigkeit:.....	182
5.3.2	Soziale Nachhaltigkeitsindikatoren .....	183
5.3.2.1	Indikator: Jahresurlaub, $Vac$ (Vacation).....	184
5.3.2.2	Indikator: Arbeitszeit, $LT$ (Labour Time).....	186
5.3.2.3	Indikator: Kinderarbeit, $CL$ (Child Labour) .....	188
5.3.2.4	Indikator: Einkommen, $PP$ (Purchasing Power).....	190
5.3.2.5	Indikator: Freiwillige betriebliche Leistungen, $VA_{workforce}$ (Voluntary Allowances, Workforce) .....	192
5.3.2.6	Indikator: Arbeitsunfälle, $OA$ (Occupational Accident) .....	194
5.3.2.7	Indikator: Beschäftigung, $Emp$ (Employment).....	196
5.3.2.8	Indikator: Sozioökonomische Wertschöpfung, $AV_{soc-econ}$ (Added Value, Socio-Economic) .....	198
5.3.2.9	Indikator: Umsiedlung, $Res$ (Resettlement) .....	200
5.4	Indikatoren: Freiwillige Leistungen .....	202
6	Beurteilungssystem .....	205

7	Zusammenfassung und Ausblick .....	209
8	Literatur- und Quellenverzeichnis .....	217
9	Lebenslauf .....	231
10	Veröffentlichungen und Kongressbeiträge .....	232

## II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung wichtiger Meilensteine in der Entwicklung des <i>sustainable development-Konzeptes</i> .....	8
Abbildung 2: Grafische Illustration der Malthus-Hypothese.....	10
Abbildung 3: Gesamtstaubemissionen und Mittelwert zum Zeitpunkt der Erhebung von Tagebau A.....	114
Abbildung 4: Gesamtstaubemissionen und Mittelwert zum Zeitpunkt der Erhebung von Tagebau B.....	115
Abbildung 5: Gesamtstaubemissionen und Mittelwert zum Zeitpunkt der Erhebung von Tagebau C. ....	116



### III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleichende Gegenüberstellung der MIT-Studie und der BARILOCHE-Studie. ....	45
Tabelle 2: Wahrheitswerte der Kombination zweier Aussagen durch den Junktor UND.....	93
Tabelle 3: Wahrheitswerte der Kombination zweier Aussagen durch den Junktor ODER. ....	93
Tabelle 4: Analoge Axiome in der Booleschen sowie elementaren Algebra.....	94
Tabelle 5: Mögliche Wahrheitswerte der Gleichung 1. ....	95
Tabelle 6: Mögliche Wahrheitswerte der Gleichung 2. ....	96
Tabelle 7: Verknüpfung von Aussage 1 und 2 mittels der UND-Verknüpfung. ....	97
Tabelle 8: Verknüpfung von Teilaussagen mittels der ODER-Verknüpfung. ....	97
Tabelle 9: Vergleichende Gegenüberstellung der Gesamtaussagen bei Verwendung des UND sowie ODER-Operators. ....	98
Tabelle 10: Kurzform der Gesamtaussagen 1 und 2. ....	99
Tabelle 11: Gesamtaussage 2 und die erweiterte Gesamtaussage 3. ....	101
Tabelle 12: Ergebnisse der Auswertung der erweiterten Aussage. ....	102
Tabelle 13: Quantifizierte der Wahrheitswerte aus Tabelle 12. ....	105
Tabelle 14: Berechnung des Indikators $D$ der ökologischen Performance bei Staubemissionen (ausführliche Darstellung). ....	107
Tabelle 15: Berechnung des Indikators $D$ . ....	108
Tabelle 16: Jährliche Gesamtstaubemissionen und Änderungen eines fiktiven Tagebaues A. ....	109
Tabelle 17: Jährliche Gesamtstaubemissionen und Änderungen eines fiktiven Tagebaues B. ....	110
Tabelle 18: Jährliche Gesamtstaubemissionen und Änderungen eines fiktiven Tagebaues C. ....	110
Tabelle 19: Ermittlung des Gesamtergebnisses der Analyse der Staubemissionen des Tagebaues A.....	114
Tabelle 20: Ermittlung des Gesamtergebnisses der Analyse der Staubemissionen des Tagebaues B.....	115
Tabelle 21: Ermittlung des Gesamtergebnisses der Analyse der Staubemissionen des Tagebaues C. ....	116

Tabelle 22: Übersicht zu den Nachhaltigkeitsindikatoren. ....	121
Tabelle 23: Übersicht über die ökologischen Indikatoren. ....	129
Tabelle 24: Benötigte Werte für den Indikator Staub $P_D$ . ....	131
Tabelle 25: Benötigte Werte für den Indikator Klimarelevante Gase $P_{GHG}$ . ....	133
Tabelle 26: Treibhauspotentiale (GWP) bei 100 Jahren Verweildauer (als $CO_2$ - Äquivalente). ....	135
Tabelle 27: Benötigte Werte für den Indikator Nicht Klimarelevante Gase $P_{non-GHG}$ . ....	137
Tabelle 28: Benötigte Werte für den Indikator Bodenemissionen $P_{SP}$ . ....	141
Tabelle 29: Zulässige Zusatzfrachten gemäß BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. ....	143
Tabelle 30: Zulässige Zusatzfrachten gemäß BBodSchV ergänzt um die aus den Zusatzfrachten abgeleiteten Gewichtungsfaktoren (Bezugselement ist Zink). ....	144
Tabelle 31: Benötigte Werte für den Indikator Wasseremissionen $P_{WP}$ . ....	147
Tabelle 33: Maximale Stoffkonzentrationen und pH-Wert für Abwässer aus der Rohstoffgewinnung und Aufbereitung ergänzt um die abgeleiteten Gewichtungsfaktoren (Bezugsgröße ist der CSB). ....	151
Tabelle 34: Benötigte Werte für den Indikator Flächeninanspruchnahme $U_A$ . ....	153
Tabelle 35: Benötigte Werte für den Indikator Flächeninanspruchnahme $U_E$ . ....	157
Tabelle 36: Benötigte Werte für den Indikator Flächeninanspruchnahme $U_W$ . ....	159
Tabelle 37: Übersicht über die ökonomischen Indikatoren. ....	162
Tabelle 38: Benötigte Werte für den Indikator Wirtschaftliche Leistung $Pr$ . ....	163
Tabelle 39: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $Pr$ . ....	164
Tabelle 40: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $Pr$ . ...	164
Tabelle 41: Benötigte Werte für den Indikator Rendite $TSR$ . ....	165
Tabelle 42: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $TSR$ . ....	166
Tabelle 43: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $TSR$ . ....	166
Tabelle 44: Benötigte Werte für den Indikator Investitionen in Anlagevermögen $Inv_{Plant}$ . ....	167
Tabelle 45: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $Inv_{plant}$ . ...	168
Tabelle 46: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $Inv_{plant}$ . ....	168

Tabelle 47: Benötigte Werte für den Indikator Investitionen in F&E $Inv_{R\&D}$ .....	169
Tabelle 48: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $Inv_{R\&D}$ .....	170
Tabelle 49: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $Inv_{R\&D}$ .....	170
Tabelle 50: Benötigte Werte für den Indikator Ausstehende Schadensregulierung $C_{comp, tbp}$ .....	171
Tabelle 51: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $C_{comp, tbp}$ .....	172
Tabelle 52: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $C_{comp, tbp}$ .....	172
Tabelle 53: Benötigte Werte für den Indikator Entstandene Schäden $C_{loss}$ .....	173
Tabelle 54: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $C_{loss}$ .....	174
Tabelle 55: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $C_{loss}$ .....	174
Tabelle 56: Benötigte Werte für den Indikator Rückstellungen $Prov_{LC}$ .....	175
Tabelle 57: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $Prov_{LC}$ .....	176
Tabelle 58: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $Prov_{LC}$ .....	176
Tabelle 59: Benötigte Werte für den Indikator Wertschöpfung $AV_{Ec}$ .....	177
Tabelle 60: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $AV_{econ}$ .....	179
Tabelle 61: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $AV_{econ}$ .....	179
Tabelle 62: Benötigte Werte für den Indikator Fördermenge Prod. ....	180
Tabelle 63: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Prod. ....	181
Tabelle 64: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Prod. ....	181
Tabelle 65: Übersicht über die sozialen Indikatoren.....	183
Tabelle 66: Benötigte Werte für den Indikator Jahresurlaub Vac. ....	184
Tabelle 67: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Vac. ....	185
Tabelle 68: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Vac. ....	185
Tabelle 69: Benötigte Werte für den Indikator Arbeitszeit LT. ....	186
Tabelle 70: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit LT. ....	187
Tabelle 71: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit LT. ....	187
Tabelle 72: Benötigte Werte für den Indikator Kinderarbeit CL. ....	188
Tabelle 73: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit CL. ....	189
Tabelle 74: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit CL. ....	189

Tabelle 75: Benötigte Werte für den Indikator Einkommen PP. ....	190
Tabelle 76: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit PP. ....	191
Tabelle 77: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit PP. ...	191
Tabelle 78: Benötigte Werte für den Indikator $VA_{workforce}$ .....	192
Tabelle 79: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $VA_{Workforce}$ .....	193
Tabelle 80: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $VA_{Workforce}$ .....	193
Tabelle 81: Benötigte Werte für den Indikator OA. ....	194
Tabelle 82: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit OA. ....	195
Tabelle 83: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit OA...	195
Tabelle 84: Benötigte Werte für den Indikator Emp. ....	196
Tabelle 85: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Emp. ....	197
Tabelle 86: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Emp.	197
Tabelle 87: Benötigte Werte für den Indikator $AV_{soc-econ}$ .....	198
Tabelle 88: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit $AV_{SE}$ . ....	199
Tabelle 89: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit $AV_{SE}$ .	199
Tabelle 90: Benötigte Werte für den Indikator Res. ....	200
Tabelle 91: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Res. ....	201
Tabelle 92: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Res..	201
Tabelle 93: Benötigte Werte für die Indikatoren VIS, VIE, VII. ....	203
Tabelle 94: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke und schwache Nachhaltigkeit VIS, VIE, VII. ....	204
Tabelle 95: Indikatoren und Höchstwerte .....	206

## IV Abkürzungen

BIP	Bruttoinlandsprodukt
CSD	Committee on Sustainable Development
G77	Gruppe der 77
IBP	International Biological Programm
ICSU	International Council for Science
IUCN	International Union for Conservation of Nature (bis 1956 IUPN)
IUPN	International Union for Protection of Nature (ab 1956 IUCN)
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NRO	Nicht-Regierungsorganisation
UN	Vereinte Nationen (engl.: United Nations)
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNCHE	United Nations Conference on the Human Environment
UNEP	United Nations Environment Program
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UN-GA	Generalversammlung der Vereinten Nationen (engl.: United Nations General Assembly)
UNGASS	United Nations General Assembly Special Session
US EPA	United States Environmental Protection Agency
USA	United States of America
WBCSD	World Business Council of Sustainable Development

WCED            World Commission on Environment and Development

WCS            World Conservation Strategy

WWF            World Wildlife Fund for a Living Planet

## V Abkürzungen und Symbole in mathematischen Ausdrücken

### V.1 Variablen

A	Fläche
Age	Alter
AV	Added Value: Mehrwert, Wertschöpfung
c	concentration: Konzentration
C	Cost: Kosten, Ausgaben
CL	Child Labour
D	Dust: Staub
Days	Tage
Emp	Employment: Beschäftigung
GNP	BIP
gw	Gewichtungsfaktor
GWP	Treibhauspotential
h	Stunden
Inv	Investment: Investition
LT	Labour Time: Arbeitszeit
m	mass: Masse
No	Nummer
OA	Occupational Accident: Arbeitsunfall

P	Pollutant: Schadstoff, der emittiert wird
PP	Purchasing Power: Kaufkraft
Pr	Profit: Gewinn
Prov	Provisions: Rückstellungen
R	Ratio: Verhältnis
Res	Resettlement: Umsiedlung
TSR	Total Schareholder Return: Aktienrendite
U	Utilization: Nutzung, Inanspruchnahme
V	Volumen
VA	Voluntary Allowance: Freiwillige betriebliche Leistung
Vac	Vacation: Urlaub
Value	Value: Wert in Geldeinheiten
VIE	Voluntary Investment, Ecology: Freiwillige ökologische Leistungen
VII	Voluntary Investment, Infrastruktur: Freiwillige ökonomische Leistungen
VIS	Voluntary Investment, Social: Freiwillige soziale Leistungen
week	Woche

## V.2 Indizes

A	Area: Fläche
absence	Abwesenheit, Fehlstunden
app	approval: Zustimmung
comp	compensation: Kompensation
D	Dust: Staub
depreciation	Abschreibung, Wertverlust
disturbed	beeinflusst
E	Energy: Energie
econ	economic: ökonomisch
GHG	Green House Gases: klimaschädigende Gase
ILO	International Labour Organisation
impact	beeinflusst
inhabitant	Einwohner
investment	Investition
LC	Legal Compliance: bezeichnet den Bezug zu gesetzlichen Vorschriften
local	lokal, aus der Umgebung
loss	Schaden, Verlust
NGHG	Non Green House Gases: nicht klimaschädigende Gase
no production	ohne Produktion

nodim	No Dimension: Keine Einheit
non-GHG	Non Green House Gases: nicht klimaschädigende Gase
plant	Anlagen
primary	primär
prod	product: Produkt
profit, real	Gewinn in realen Preisen
R&D	Forschung und Entwicklung
regular	regelmäßig
rehab	rehabilitated: saniert
ResInhab	Resettled Inhabitants: umgesiedelte Bewohner
rm	raw material: Rohstoff
secondary	erneuerbar (Energie) oder recycelt (Wasser)
sector	sector: Sektor
shareholder	Anteilseigner
soc-econ	socio-economic: sozioökonomisch
sp	soil pollutants: Schadstoffe, die in den Boden emittiert werden
t	time: Zeit, meist in Jahren
tbp	to be paid: ausstehende Zahlung
tot	total: gesamt
turnover, real	Umsatz in realen Preisen

---

VIE	Voluntary Investment, Ecology: Freiwillige ökologische Leistungen
VII	Voluntary Investment, Infrastruktur: Freiwillige ökonomische Leistungen
VIS	Voluntary Investment, Social: Freiwillige soziale Leistungen
W	Water: Wasser
weighted	gewichtet
work	Arbeit
workforce	Angestellter, Arbeitskraft
wp	water pollutants: Schadstoffe, die in Wasser emittiert werden.

### V.3 Sonstige Symbole

$\forall$	für alle
$<$	kleiner
$\vee$	ODER (logischer Operator)
$\wedge$	UND (logischer Operator)
$\leq$	kleiner oder gleich
$\geq$	größer oder gleich
$\{\}$	Funktion, die den Wahrheitswert des Ausdruckes zwischen den Klammern mit 1 (, wenn WAHR) oder 0 (, wenn FALSCH) wiedergibt.
$\{\}_{\text{nodim}}$	Funktion, die nur den Zahlenwert einer physikalischen Größe wiedergibt.



*But the “environment” is where we all live; and “development” is what we all do in attempting to improve our lot within that abode. The two are inseparable.<sup>1</sup>*

Gro Harlem Brundtland im Vorwort zum Bericht der Weltkommission zu Umwelt und Entwicklung „Unsere gemeinsame Zukunft“, 1987

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund und Motivation

Die Rohstoffwirtschaft steht seit Jahren im Fokus der Diskussion um *sustainable development*. Im Zuge der Erstellung des Berichts der Weltkommission zu Umwelt und Entwicklung (World Commission on Environment and Development, WCED)<sup>2</sup> in den 1980er Jahren ist dieser Begriff in die öffentliche Diskussion um Umwelt und Entwicklung eingeführt worden, der wie kein anderer die internationale und nationale Politik der letzten zwanzig Jahre in allen Bereichen beeinflusst hat.

In der Folgezeit sind zahllose Publikationen zu *sustainable development* verfasst worden, die – teils kontrovers – diesen Begriff diskutiert und zu definieren versucht haben. Gibt man heute den Begriff *sustainable development* beispielsweise in eine gängige Internet-Suchmaschine ein, so findet man Verweise zu Publikationen im zwei- oder dreistelligen Millionenbereich<sup>3</sup>.

Innerhalb von nur wenigen Jahren ist *sustainable development* zu einem zentralen Begriff in Politik, Wirtschafts-, Sozial- und Umweltwissenschaften geworden. Sowohl die Vereinten Nationen, die OECD oder die EU als inter- und supranationale Institutionen wie auch nationale Regierungen beschäftigen sich mit *sustainable development*. Unternehmen, insbesondere global operierende Unternehmen, veröf-

---

<sup>1</sup> WCED (1987): Report of the World Commission on Environment and Development, S. 14.

<sup>2</sup> Vgl. ebd., S. 14.

<sup>3</sup> Beispielsweise Google: 25,4 Mio. Einträge, Yahoo: 205 Mio. Einträge oder Lycos: 8,9 Mio. Einträge, Stand Juli 2008.

fentlichen regelmäßig „Sustainability Reports“, die Finanzbranche, als deren global prominentester Vertreter hier die Weltbank Gruppe angeführt werden soll, widmet sich dem Thema aus Financier-Sicht und die wissenschaftliche Fachpresse bespricht das Thema *sustainable development* aus der Sichtweise unterschiedlichster Fachdisziplinen.

Eine kontroverse Diskussion wird jedoch bereits seit den Anfängen der Popularisierung des Begriffes *sustainable development* in den 1980er Jahren um folgende Fragen geführt:

- Ist die Art und Weise, wie gegenwärtige Gesellschaften leben und konsumieren, nachhaltig?
- Ist der gegenwärtige Umgang mit der Natur und der Umwelt aufrechterhaltbar, ohne die Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen zu gefährden?
- Wie können soziale Ungleichheiten zwischen reichen und armen Gesellschaften in einzelnen Ländern und weltweit vermieden und beseitigt werden?
- Wie sind „erneuerbare“ und „nicht erneuerbare“ Ressourcen zu nutzen und zu verteilen, um Armut zu bekämpfen, den Lebensstandard zu verbessern und unseren Nachkommen eine lebenswerte Umwelt und unbeschränkte Zukunftsmöglichkeiten zu hinterlassen?
- Welche Verantwortung tragen internationale wie nationale Politik, Gesellschaft und Unternehmen in diesem Zusammenhang?

Die Antworten auf diese Fragen zu ermitteln, führt sehr schnell zu der Notwendigkeit, die Herkunft des Begriffes *sustainable development* zu untersuchen. Denn obwohl *sustainable development* tatsächlich erst mit dem WCED-Bericht 1987 in den Fokus der öffentlichen und politischen Debatte um die Entwicklung der Menschheit gelangt ist, wurde der Begriff als solches bereits in den Jahren zuvor benutzt. Ebenso wie andere Begriffe, die eine solche Relevanz erfahren haben, ist auch *sustainable development* nicht spontan als Begriff entstanden, sondern hat eine Vorgeschichte und Vorläufer, die einen guten Hinweis auf das geben, was der Begriff inhaltlich umschreibt und wie er zu interpretieren ist. Hierzu müssen – entgegen oftmals geäußerter Ansichten – nicht nur die Umweltpolitik der letzten vier Jahrzehnte, sondern auch die sozioökonomischen Entwicklungen sowie entwicklungspolitischen Ansätze in diesem Zeitraum untersucht werden.

Insbesondere die Nutzung von „nicht erneuerbaren“ Rohstoffen wird in Bezug auf diese Fragen oftmals als nicht nachhaltig eingestuft. Von daher wird auch der Bergbau als nicht nachhaltig angesehen.

- Sind Bergbaubetriebe und –unternehmen, deren Ziel es ist, „nicht erneuerbare“ Rohstoffe aus der Erde zu gewinnen, nachhaltig?
- Ist es zulässig, „nicht erneuerbare“ Rohstoffe dem „Kapitalstock“ der Natur zu entnehmen, um die Bedürfnisse heutiger Generationen zu befriedigen, und somit künftigen Generationen weniger „Naturkapital“ zu hinterlassen?
- Ist der Eingriff in die Natur durch den Bergbau mittels Tagebau und untertägigem Bergbau, durch das Anlegen von großflächigen Abraumhalden und Setzteichen, durch das Einleiten von Stoffen in Boden, Grund- und Oberflächenwässer oder durch die Emission von Gasen und Stäuben nachhaltig?
- Ist die Rohstoffgewinnung nachhaltig, wenn sie mit Nutzungskonflikten verbunden ist und Umsiedlungen zur Folge hat?

Die Antwort auf diese Fragen – und gleichsam Motivation dieser Arbeit –, die sich in der einen Frage „Ist Bergbau nachhaltig?“ subsumieren lassen, ist:

Bergbau *kann* nachhaltig sein. Bergbau *qua definitione* als nicht nachhaltig zu stipulieren, ist weder durch das *sustainable development*-Konzept zu begründen noch gerechtfertigt.

Denn Bergbau ist Urproduktion; und als solche ist sie, ebenso wie beispielsweise die Forst- und Landwirtschaft oder die Fischerei, nicht nur seit historischen Zeiten Grundlage jeglicher menschlichen Zivilisation gewesen, sondern ist auch gegenwärtig und in Zukunft Ursprung der Wertschöpfungskette, die dem Menschen ein (Über-)Leben erst ermöglicht.

Kern des *sustainable development*-Konzeptes ist es, der menschlichen Zivilisation eine Entwicklung und Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu ermöglichen, die die natürlichen Lebensgrundlagen nicht unwiederbringlich zerstört. Um diese Bedürfnisse zu befriedigen, muss der Mensch die in der Natur vorhandenen Ressourcen nutzen, „erneuerbare“, wie „nicht erneuerbare“. Insofern ist im Zusammenhang mit *sustainable development* nicht in Frage zu stellen, ob „nicht erneuerbare“ Rohstoffe bergbaulich gewonnen werden dürfen, sondern, wie diese anschließend genutzt werden. Denn der „Kapitalstock“ der Natur wird durch den Bergbau nicht reduziert. Der Bergbau ermöglicht es dem Menschen erst, Rohstoffe zu nutzen, indem Lagerstätten er-

geschlossen werden, die zunächst nicht zugänglich sind. Die „nicht erneuerbaren“ Rohstoffe – mit Ausnahme der Energierohstoffe – zeichnen sich dadurch aus, dass sie theoretisch beliebig lange genutzt werden können und nicht verbraucht werden. Denn die – aus ökologischer Sicht – „nicht erneuerbaren“ Ressourcen sind im Sinne des *sustainable development* als – aus anthropogener Sicht – „nicht verbrauchbare“ Rohstoffe zu interpretieren. Mineralische Rohstoffe sind rezyklierbar, beliebig oft, abhängig von der verfügbaren Technologie. Diese Eigenschaft führt dazu, dass auch zukünftige Generationen das einmal zur Verfügung gestellte Kapital weiterhin nutzen werden können. Die Grenzen der Nutzung dieser „nicht verbrauchbaren“ Rohstoffe liegen also nur in zwei Bereichen:

1. Die Nutzungsarten und Rezyklieverfahren in den (nachgeschalteten) Wirtschaftseinheiten müssen verbessert werden und sicherstellen, dass ein möglichst geringer Anteil der „nicht verbrauchbaren“ mineralischen Rohstoffe als Abfälle aus den Produktionsprozessen ausgeschieden werden. Dies betrifft den Bergbau aber nur in gleichem Maße wie alle anderen Wirtschaftssektoren.
2. Der Bergbau muss durch fortschreitende technologische Entwicklungen gewährleisten, dass auch in Zukunft der Mehrbedarf an mineralischen Rohstoffen durch effizientere Gewinnungs- und Aufbereitungsprozesse befriedigt werden kann. Hierzu ist es nötig, neue Gewinnungs- und Aufbereitungsverfahren zu entwickeln, die auch gegenwärtig nicht erschließbare oder verwertbare Rohstoffvorkommen nutzbar machen.

Die Diskussion um die Legitimität der Nutzung der „nicht verbrauchbaren“ Ressourcen wird jedoch oftmals ausschließlich im Rahmen der intergenerationellen Gerechtigkeitsdebatte geführt. Außer Acht gelassen wird, dass eine zentrale Forderung des *sustainable development*-Konzeptes ist, auch die Bedürfnisse heutiger Generationen zu befriedigen. Insofern ist eine gesicherte Versorgung mit „nicht verbrauchbaren“ Rohstoffen ein konzeptimmanenter Imperativ. So lange auf der Welt weiterhin Menschen leben, die noch nicht einmal ihre Grundbedürfnisse befriedigen können, ist nicht der Bergbau, sondern die Forderung nach weniger Bergbau nicht nachhaltig. Denn die intergenerationelle Gerechtigkeit ist im Sinne des *sustainable development*-Konzeptes der intragenerationellen Gerechtigkeit höchstens gleichrangig, jedoch in keinem Fall übergeordnet.

Weniger Bergbau und somit eine Verknappung der Rohstoffverfügbarkeit führt zu erhöhten Preisen; höhere Preise, die „arme“ Gesellschaften und Menschen nicht bezahlen werden können und die damit dazu führen, dass viele Staaten in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Insofern ist es Aufgabe der Politik und der Rohstoffunternehmen, für möglichst niedrige Rohstoffpreise Sorge zu tragen. Hierzu sind, neben der bereits angesprochenen Verbesserung der eingesetzten Technologien im Rohstoffsektor, auch mehr Investitionen in Prospektion und Exploration sowie schnellere und barrierefreiere Zugänge zu Lagerstätten nötig.

Lange und umfangreiche Genehmigungsverfahren zur Erschließung von Lagerstätten, insbesondere in entwickelten Ländern, sind jedoch auch teilweise dem in der Vergangenheit vorherrschenden gedankenlosen Umgang der Bergbauunternehmen mit der Umwelt geschuldet. Das heutige Image des Bergbaus ist geprägt durch die Umweltskandale der Vergangenheit. Rohstoffgewinnung ist notwendigerweise verknüpft mit der Inanspruchnahme von Fläche, mit Eingriffen in die Umwelt und mit Nutzungskonflikten. Dies ist bedingt durch die Tatsache, dass Bergbau nur dort betrieben werden kann, wo Lagerstätten vorhanden sind. Diese Invariabilität der vorgefundenen (natürlichen) Randbedingungen führt dazu, dass sich der Bergbau in zugespitzter Form mit Debatten und Forderungen konfrontiert sieht, die andere Wirtschaftssektoren durch die Wahl eines anderen Standortes vermeiden können. Es darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass Bergbau qua definitione einen *zeitlich begrenzten* Eingriff in Natur und Umwelt darstellt, sofern sichergestellt wird, dass, nach Beendigung der Gewinnungstätigkeiten, der Standort saniert wird.

Insofern ist die Verantwortung der Rohstoffunternehmen ein maßgebliches Moment bei der Beantwortung der Frage nach der Nachhaltigkeit des Bergbaus. Denn trotz aller Notwendigkeit der Versorgung der Gesellschaft mit Rohstoffen, hat diese mit möglichst geringen Eingriffen in die Umwelt zu erfolgen. Hier sind im Sinne des *sustainable development*-Konzeptes zunächst die nationalen (Umwelt- und Sozial-) Gesetze maßgeblich. Jedoch fordert die Verpflichtung zu *sustainable development* von den Unternehmen auch, eigenverantwortlich und selbstverpflichtend im Zweifel bessere Standards, als gesetzlich gefordert, umzusetzen.

Von daher lautet die Antwort, wie bereits formuliert: Bergbau *kann* nachhaltig sein. Betriebe und Unternehmen, die zusammen mit betroffenen Gemeinden, Nicht-Regierungsorganisationen und zuständigen Behörden nach sozialverträglichen Lö-

sungen in Konfliktsituationen suchen, die nationale und internationale Sozial- und Umweltstandards einhalten und diese, wo möglich, eigenverantwortlich und selbstverpflichtend übertreffen und die durch adäquate Planung eine kontinuierliche Versorgung mit Rohstoffen sicherstellen, ohne ihre wirtschaftlichen Interessen zu vernachlässigen, sind nachhaltig.

Die Betriebe müssen sich an solchen Forderungen messen lassen.

Im Rahmen der Operationalisierung des *sustainable development*-Konzeptes werden Nachhaltigkeitsindikatoren als Instrument zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Projekten und Betrieben eingesetzt. Insofern sind auch für Bergbaubetriebe solche Indikatoren zu definieren.

## 1.2 Ziel und Vorgehensweise

Ziel dieser Arbeit ist es, das Konzept des *sustainable development*, durch die Formulierung von Nachhaltigkeitsindikatoren, für den Bergbau zu operationalisieren. Hierbei wird ein neuartiger, dimensionsübergreifender, aussagenbasierter Ansatz gewählt.

In den Kapiteln 2 und 3 wird die Entwicklung des Begriffes und Konzeptes dargestellt. Hierbei wird die chronologische Abfolge in der Geschichte zu Grunde gelegt, um die Komplexität des Inhalts des *sustainable development* Paradigmas aufzuzeigen (siehe hierzu Abbildung 1). Das heutige Verständnis dieser Leitidee vereint eine Vielzahl an Interpretationen der Welt in sich. Der Schwerpunkt liegt jedoch in entwicklungspolitischen sowie umweltpolitischen Fragestellungen. Die historische Interpretation des Konzeptes stützt eine der Kernthesen dieser Arbeit: es gibt keine allgemeingültige Interpretation des *sustainable development* Konzeptes. Die Definition der Brundtland-Kommission im Jahre 1987 ist ein politischer und begrifflicher Konsens, der in einem vierzig Jahre andauerndem Disput zwischen internationaler Entwicklungspolitik und Umweltpolitik geschlossen wurde. Die Bipolarität des Paradigmas zeigt sich in dem ständigen Wechsel der thematischen Schwerpunkte von Initiativen, Veröffentlichungen und internationalen Kongressen.

Umso verbindlicher und bedeutender ist daher die Leitidee des *sustainable development* aus heutiger Sicht, da die Weltgemeinschaft sich trotz unterschiedlichster Sichtweisen in Bezug auf bestehende Probleme auf ein Konzept einigen konnte.

In Konsequenz dieser Einsicht ergibt sich jedoch bei der Operationalisierung des Konzeptes die Frage, ob sich weltweit verbindliche Indikatoren auf betrieblicher oder mikroökonomischer Ebene überhaupt formulieren lassen. Die zu berücksichtigenden Fragestellungen, die mit Indikatoren abgebildet und beurteilt werden, sind zwischen Nord und Süd, zwischen „armen“ und „reichen“ Gesellschaften zu unterschiedlich. Dies betrifft insbesondere den Bergbau, der international dort tätig sein muss, wo die Geologie wirtschaftlich gewinnbare Lagerstätten entstehen lässt. Insofern kann auf einer abstrakten Ebene nur sehr schwer ein Katalog allgemeinverbindlicher Indikatoren zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Unternehmen und Betrieben entworfen werden.

Kapitel 4 bis 6 widmen sich dieser Aufgabe. Im Gegensatz zu gängigen Indikatorensystemen, wird eine Systematik erarbeitet, die flexibel bei unterschiedlichen Randbedingungen eingesetzt werden kann. Im Zentrum der Betrachtungen stehen nicht nur die Indikatoren als solche, denn auch hier werden Vorschläge gemacht, sondern auch die Vorgehensweise bei der Bildung von bewertbaren Aussagen. Ausgehend von einfachen Aussagen, die verifiziert oder falsifiziert werden können, wird eine Systematik erarbeitet, die bereits auf Indikator-Ebene eine Beurteilung des Zielerreichungsgrades ermöglicht, unabhängig davon, ob die Zielvorgaben quantifiziert werden können oder nur als qualitative Aussagen formuliert werden. Der Schwerpunkt in diesen Kapiteln liegt in der dimensionsübergreifenden Verknüpfung von Aussagen und der Transformation in bewertbare und vergleichbare Nachhaltigkeitsindikatoren.



## 2 Entstehung des Begriffes *sustainable development*

Die WCED ist durch Beschluss der Generalversammlung der Vereinten Nationen (UN-GA) im Jahr 1983 als Sonderkommission (*special commission*<sup>4</sup>) eingesetzt worden. Gemäß dem Beschluss der 38. UN-GA wurde die erste Aufgabe dieser Sonderkommission wie folgt zusammengefasst:

„(a) *To propose long-term environmental strategies for achieving sustainable development [Hervorhebung d. V.] to the year 2000 and beyond;*<sup>5</sup>

Wie im Punkt (a) des hier aufgeführten Zitats des Beschlusses der 38. UN-GA dargestellt, wird der Sonderkommission die Aufgabe übertragen, „langfristige Umweltstrategien vorzuschlagen, um bis zum Jahr 2000 und darüber hinaus dauerhafte Entwicklung [engl. Original: *sustainable development*<sup>6</sup>, Anm. d. V.] zu erreichen“<sup>7</sup>. Offenkundig scheint also der Begriff *sustainable development* bereits im Jahre 1983 in der Entwicklung politischer Strategien auf globaler Ebene verwendet worden zu sein.

Tatsächlich lässt sich die Entstehung des Begriffes *sustainable development* bis in die 1970er Jahre, die Inhalte dieses Konzepts gar noch weiter in die Vergangenheit zurückdatieren.

### 2.1 Condorcet und Malthus: Die Grenzen des Bevölkerungswachstums

Bereits Ende des 18. Jahrhunderts wurden Debatten um die naturgegebenen Wachstumsgrenzen der Menschheit geführt, die sich jedoch nur auf die Abhängigkeit zwischen Bevölkerungszuwachs und Nahrungsmittelproduktion konzentrierten.

---

<sup>4</sup> WCED (1987): Report of the World Commission on Environment and Development, S. 1.

<sup>5</sup> UN-GA (1983): Resolution 38/161, Punk 8.

<sup>6</sup> Ebda., Punkt 8 sowie WCED (1987): Report of the World Commission on Environment and Development, S. 11.

<sup>7</sup> Hauff (1987): Unsere gemeinsame Zukunft, S. XIX.

CONDORCET verfasste 1793/94 eine Abhandlung mit dem Titel „Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain“<sup>8</sup> zu diesem Thema.

CONDORCETs Kernthese bezüglich der Grenzen des Bevölkerungswachstums war, dass es durchaus eine maximal aufrechterhaltbare Bevölkerungszahl gibt.

Diese Grenze jedoch werde die aufgeklärte Menschheit in Verantwortung für künftige Generationen und unter zur Hilfenahme von technologischen und wissenschaftlichen Entwicklungen erkennen und freiwillig und geplant nicht überschreiten.<sup>9</sup>

MALTHUS setzte sich in seinem 1798 formulierten „Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society“<sup>10</sup> kontrovers mit den Thesen von CONDORCET auseinander.

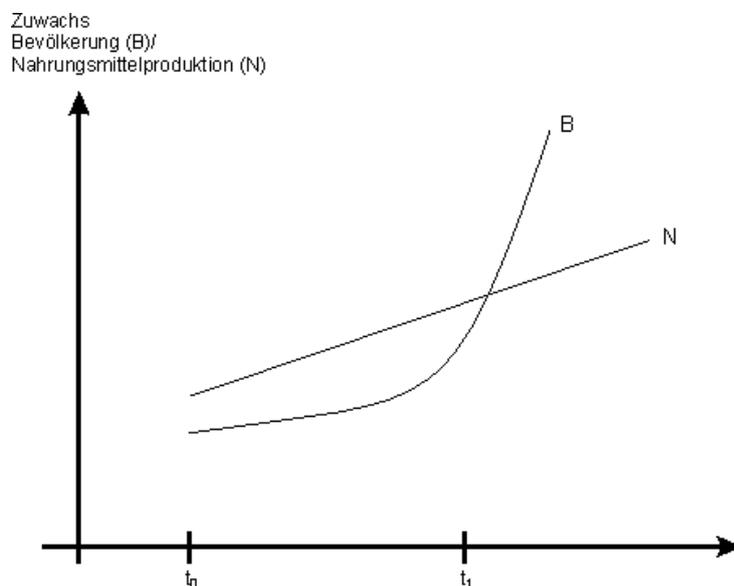


Abbildung 2: Grafische Illustration der Malthus-Hypothese<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> Condorcet (1793/94): Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain.

<sup>9</sup> Vgl. ebda., Kapitel X: „[...] si on suppose qu'avant ce temps les progrès de la raison aient marché de pair avec ceux des sciences et des arts, que les ridicules préjugés de la superstition aient cessé de répandre sur la morale une austérité qui la corrompt et la dégrade au lieu de l'épurer et de l'élever, les hommes sauront alors que, s'ils ont des obligations à l'égard des êtres qui ne sont pas encore, elles ne consistent pas à leur donner l'existence, mais le bonheur ; elles ont pour objet le bien-être général de l'espèce humaine ou de la société dans laquelle ils vivent ; de la famille à laquelle ils sont attachés, et non la puérile idée de charger la terre d'êtres inutiles et malheureux. Il pourrait donc y avoir une limite à la masse possible des subsistances, et, par conséquent, à la plus grande population possible, sans qu'il en résultât cette destruction prématurée, si contraire à la nature et à la prospérité sociale d'une partie des êtres qui ont reçu la vie.“

<sup>10</sup> Malthus (1798): Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society.

Er griff die These der Wachstumsgrenze auf, war jedoch im Gegensatz zu CONDORCET der Überzeugung, dass die Menschheit nicht in der Lage sein würde, die durch die Nahrungsmittelproduktion vorgegebene Grenze einzuhalten. Vielmehr würde die Menschheit diese überschreiten, die „Pro-Kopf-Versorgung daher sinken und [dies] zu Hungersnöten, Epidemien und Kriegen führen“<sup>12</sup>.

MALTHUS' Verdienst ist es, seine Theorie mit einem mathematischen Modell hinterlegt zu haben. Er nahm an, dass der Bevölkerungszuwachs geometrisch und die Nahrungsmittelproduktion nur arithmetisch anwachsen würden (s. Abbildung 2).<sup>13</sup>

## 2.2 Brown: Die Herausforderung der Zukunft des Menschen

In den frühen 1950er Jahren wurde die MALTHUS-These unter anderem von BROWN in seinem Buch „The Challenge of Man's Future“<sup>14</sup> wieder aufgegriffen. In diesem 1954 veröffentlichten Buch, dem noch einige Zeitschriftenaufsätze des Autors und in den Folgejahren in Zusammenarbeit mit anderen Autoren weitere Bücher zur zukünftigen Entwicklung des Menschen folgten, greift BROWN die Theorie der natürlichen Grenzen des Wachstums auf. Er begründet diese These jedoch nicht nur mit Verweis auf die letztendlich begrenzte Nahrungsmittelproduktion auf der Erde, sondern, indem er Energiebedarf, natürliche Ressourcen, Populationsdynamik und sozioökonomische Einflüsse berücksichtigt.<sup>15</sup>

*„[...] within a period of time [...] supplies of fossil fuels will almost certainly be exhausted. [...] We are quickly approaching the point where, if machine civilization should because of some catastrophe stop functioning it will probably never again come into existence.“<sup>16</sup>*

---

<sup>11</sup> Eigene Darstellung.

<sup>12</sup> Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 18.

<sup>13</sup> Vgl. Malthus (1798): Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society, Kapitel II, S. 7, 11: „[...] population, when unchecked, goes on doubling itself every twenty-five years or increases in a geometrical ratio. [...] It may be fairly said, therefore, that the means of subsistence increase in an arithmetical ratio.“

<sup>14</sup> Brown (1954): The Challenge of Man's Future.

<sup>15</sup> Vogt (1955): American Academy of Political and Social Science, S. 139

<sup>16</sup> Brown (1954b): The Challenge of Man's Future: Part I, S. 16.

Ausgehend von der These, dass die begrenzten mineralischen Ressourcen und die Industriegesellschaft als solche die Zukunft der Menschheit nicht sicher stellen können, skizziert er als tragfähiges Zukunftsszenario eine agrarisch geprägte Gesellschaft, die im Einklang mit der Natur lebt und nur ein Mindestmaß Industrie benötigt. Industrie und Automatisierung sieht BROWN jedoch als ein mögliches Instrument zur Verbesserung der Situation der Entwicklungsländer.<sup>17</sup>

*“One of the most important [tasks] from both a short-range and a long-range point of view is that of controlling rates of population growth [...]”<sup>18</sup>*

Unabhängig von der Machbarkeit der Umstellung der Industriegesellschaft auf eine Agrar-Gesellschaft, postuliert jedoch auch BROWN, dass ein bestimmtes Bevölkerungsmaximum (5 Milliarden) nicht überschritten werden darf. Hierzu seien entsprechende Maßnahmen (moderne Verhütungsmethoden) einzusetzen.<sup>19</sup>

### **2.3 Boulding: Das „Raumschiff Erde“**

Die von CONDORCET und MALTHUS formulierten Thesen der Grenzen des Wachstums finden ihre Fortführung auch in BOULDINGs Abhandlungen zum „Raumschiff Erde“.

Seit den 1960er Jahren wurden Umweltprobleme zunehmend als globale Angelegenheiten verstanden. Das anwachsende Umweltbewusstsein in der westlichen entwickelten Welt<sup>20</sup>, insbesondere in den USA, wurde hierbei geprägt von zahlreichen Umweltskandalen sowie von Büchern wie „Silent Spring“<sup>21</sup> („Stummer Frühling“, 1962), die die negativen Umweltauswirkungen moderner industrieller Prozesse oder des Einsatzes von Pestiziden in der Landwirtschaft auch für die breite Öffentlichkeit sichtbar machten.

---

<sup>17</sup> Vgl. Brown (1954c): The Challenge of Man's Future: Part II, S. 22 ff.

<sup>18</sup> Brown (1954b): The Challenge of Man's Future: Part I, S. 18.

<sup>19</sup> Vgl. ebda., S. 36.

<sup>20</sup> In der Terminologie der sechziger bis achtziger Jahre: die „Erste Welt“.

<sup>21</sup> Carson (1962): Silent Spring.

Als weiterer Meilenstein in der ökologischen Bewusstseinsbildung gilt der Aufsatz von BOULDING „The Economics of the Coming Spaceship Earth“<sup>22</sup> aus dem Jahre 1966.<sup>23,24</sup> BOULDING wies hier – sowie bereits in seinem Aufsatz „Earth as a space ship“<sup>25</sup> von 1965 – auf die Endlichkeit der Welt als Rohstoffquelle und Abfallsenke hin und wurde somit zu einem der geistigen Urväter der aufkommenden Diskussion um die „Grenzen des Wachstums“. BOULDING formuliert in seinen Aufsätzen bereits einige der Kernthesen für die zukünftige Entwicklung der Menschheit, die in unterschiedlichsten Ausprägungen in den Folgejahren immer wieder aufgegriffen wurden und in die Begriffsbildung des *sustainable development*-Ansatzes eingeflossen sind.

*„For millennia, the earth in men’s minds was flat and illimitable. Today [...] earth has become a tiny sphere, closed, limited, crowded, and hurtling through space to unknown destinations.“<sup>26</sup>*

BOULDING postuliert, dass eine neue Wirtschaftsform („closed economy“ oder auch „spaceman economy“, letzterer Ausdruck angelehnt an seine Metapher des „space ship earth“), notwendig sei, in der nicht mehr der Durchsatz („throughput“) die maßgebende Bewertungsgröße ist, sondern die Erhaltung des Gesamtkapitals („total capital stock“). Die übliche offene Wirtschaftsform („open economy“) setzt einen Zuwachs des BIP mit erfolgreicher Wirtschaftstätigkeit gleich. Diese Art der Wirtschaft bedingt jedoch eine ständige Erhöhung der Zufuhr von Energie und Rohstoffen, die nach der Nutzungsphase als Abfall und Emissionen in gleichfalls steigendem Umfang in die Umwelt zurück geleitet werden. Auf Grund der absehbaren Endlichkeit der zur Verfügung stehenden fossilen Energieträger und mineralischen Rohstoffe sowie der Begrenztheit des Aufnahmevermögens der Natur, können diese Prozesse jedoch nicht unendlich lange aufrecht erhalten werden. Von daher müsse die Entwicklung einer geschlossenen Wirtschaftsform vorangetrieben werden, bei der erfolgreiches Wirtschaften nicht an der Höhe der Produktion und des Verbrauchs,

---

<sup>22</sup> Boulding (1966): The Economics of the Coming Spaceship Earth.

<sup>23</sup> Vgl. Luks (2002): Nachhaltigkeit, S. 40, 57.

<sup>24</sup> Vgl. Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 22.

<sup>25</sup> Boulding (1965): Earth as a space ship.

<sup>26</sup> Ebda., S. 1.

sondern an der Art, dem Umfang, der Qualität und der Komplexität des Gesamtkapitals gemessen wird. In einer solchen Wirtschaftsform wäre dann im Gegensatz zur offenen Wirtschaftsform eine Verringerung des Durchsatzes erstrebenswert.<sup>27</sup>

In der Konsequenz dieser Überlegungen diskutiert BOULDING auch das Wohlfahrts-Konzept („well-being“). Er stellt hierbei die Frage, ob Wohlstand über die Höhe des Konsums (Quantität) oder über die Qualität der Produkte zu definieren ist. Zwar zieht er den rationalen Schluss, dass die Qualität (wie Langlebigkeit von Gebrauchsgütern) angesichts absehbar knapper Ressourcen vorzuziehen ist; gleichfalls gesteht er jedoch ein, dass Produktion und Konsum sowie der Wunsch nach Abwechslung auch einen eigenen Stellenwert in der menschlichen Gesellschaft haben und im Sinn des Wohlfahrts-Gedankens bedient werden müssen.<sup>28</sup>

Des Weiteren diskutiert er die Frage nach dem Umgang mit einer endlichen Erde im Zusammenhang mit der Frage nach der Verantwortung für zukünftige Generationen. Die Notwendigkeit des vorausschauenden Handelns sieht BOULDING in der ethisch-moralischen Verpflichtung der gegenwärtigen Gesellschaft für ihre Nachkommen. Hier greift er explizit die Argumentationslinie des damaligen Konservatismus („conservatism“ = Naturschutz) auf.<sup>29</sup>

Ausgehend von der Erkenntnis der Begrenztheit der Erde kommt BOULDING zudem zu der Erkenntnis, dass man sich zukünftig die unbeschränkte Souveränität der Staaten (im Hinblick auf Produktions- und Konsumformen) auch „nicht leisten könne“. Zudem müsse ein Mechanismus vorhanden sein, um die Gesamtzahl der Weltbevölkerung zu kontrollieren.<sup>30</sup>

---

<sup>27</sup> Vgl. Boulding (1966): *The Economics of the Coming Spaceship Earth*, S. 5.

<sup>28</sup> Vgl. ebda. S. 6: *„Is there not, that is to say, a certain virtue in throughput itself, in activity itself, in production and consumption itself, in raising food and eating it? It would certainly be rash to exclude this possibility.“*

<sup>29</sup> Vgl. ebda., S. 6: *„The whole problem is linked up with the much larger one of the determinants of the morale, legitimacy, and ‚nerve‘ of a society, and [...] a society which loses its identity with posterity [...] loses also its capacity to deal with present problems, and soon falls apart.“*

<sup>30</sup> Vgl. Boulding (1965): *Earth as a space ship*, S. 1: *„[...] and we almost certainly cannot afford national sovereignty in an unrestricted sense. [...] There must, for instance, be machinery for controlling the total numbers of the population [...]“*.

BOULDINGs Aufsätze zum Thema wirtschaftliches Wachstum im Zusammenhang mit ökologischen Grenzen sind zwar anerkanntermaßen die prominentesten Publikationen in den 1960er Jahren, stellen jedoch nur einen kleinen Teil der in diesem Jahrzehnt veröffentlichten Schriften zu diesem Thema dar.<sup>31,32</sup>

Parallel hierzu – und gleichsam auch Kristallisationskern der ökologischen Kritik – wurden auf internationaler politischer, wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Ebene die für ein weltweites, anhaltendes Wachstum nötigen Entwicklungsstrategien diskutiert – jedoch nur unter Einbezug von ökonomischen und sozialen Randbedingungen.

## **2.4 Die politische und gesellschaftliche Situation 1945 bis 1970**

CARLSONs, BROWNs sowie BOULDINGs Publikationen sind zwar die am häufigsten genannten „Meilensteine“ in der frühen Phase der Entstehung des Konzeptes des *sustainable development*; sie spiegeln jedoch jeweils nur Teile der politischen und gesellschaftlichen Prozesse ihrer Zeit wider, die in ihrer Gesamtheit weitaus umfangreicher waren. In Politik, Wissenschaft und Gesellschaft entwickelte sich in den Jahren nach dem zweiten Weltkrieg ein zunehmendes Bewusstsein für Entwicklungspolitik, internationale Politik und Umweltfragen. Ein Merkmal dieser Zeit war, dass diese drei Themen anfangs unabhängig voneinander und in Politik, Wissenschaft und Gesellschaft in unterschiedlicher Tiefe diskutiert wurden. Erst gegen Ende der 1960er Jahre wurden die Abhängigkeiten zwischen Entwicklungspolitik, internationaler Politik und Umweltfragen erkannt und akzeptiert. Als Konsequenz dieser Einsicht, entwickelte sich in der wissenschaftlichen Fachwelt bereits in den 1960er Jahren, in Politik und Gesellschaft erst im Laufe der 1970er Jahre, die Erkenntnis, dass die Lösungen für die Probleme in diesen Themengebieten nicht mehr ausschließlich auf regionaler oder nationaler, sondern vielmehr auf globaler Ebene gefunden werden müssen. Regionale Probleme wurden zu globalen Problemen; Hunger und Armut, der „kalte Krieg“ und die atomare Bedrohung sowie saurer Regen, Pestizide und Umweltverschmutzung wurden nun Punkte auf den Agenden

---

<sup>31</sup> Vgl. Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 22.

<sup>32</sup> Vgl. Kupper (2003): Weltuntergangs-Vision aus dem Computer, S. 12.

internationaler politischer, wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Gruppen. Bezeichnenderweise ist der heute mit anderem Begriffsinhalt gebräuchliche Ausdruck „Globalisierung“ („globalization“) lexikalisch erst mit Beginn der 1960er Jahre nachweisbar.<sup>33,34,35</sup>

Die Komplexität und den Umfang der Prozesse auf politischer, wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Ebene darzustellen, ist im Rahmen dieser Arbeit weder angestrebtes Ziel noch möglich. Vielmehr wird hier auf die umfangreichen Arbeiten zu diesem geschichtlichen Abschnitt beispielsweise von OSTERHAMMEL, HÜNEMÖRDER und MCCORMICK verwiesen. Die nachfolgenden Ausführungen erläutern von daher nur schlaglichtartig gewisse wichtige Entwicklungen.

### 2.4.1 Entwicklungspolitische Situation

Die UN hatte den Zeitraum von 1961 bis 1970 zur ersten Entwicklungsdekade („First Development Decade“) erklärt. In der entsprechenden Resolution Nr. 1710 (XVI) stellt die 16. UN-GA<sup>36</sup> fest, „dass trotz der Anstrengungen, die in den vergangenen Jahren gemacht worden sind, sich die Kluft der pro-Kopf-Einkommen zwischen den wirtschaftlich entwickelten und den geringer entwickelten Ländern vergrößert hat und der Grad des ökonomischen und sozialen Fortschritts in den sich entwickelnden Ländern immer noch bei weitem nicht hinreichend ist“<sup>37</sup>. Aus diesem Grunde würden in dem Zeitraum von 1961 bis 1970 die Mitgliedsstaaten ihre Anstrengungen auf Maßnahmen ausrichten, „um den Fortschritt in Richtung auf ein selbst-tragendes [engl. Original: self-sustaining, Anm. d. V.] Wachstum der Wirtschaft zu beschleunigen“<sup>38</sup>.

---

<sup>33</sup> Vgl. Osterhammel (1998): Internationale Geschichte, Globalisierung, S. 387.

<sup>34</sup> Vgl. allgemein: Hünemörder (2004): Frühgeschichte der globalen Umweltkrise.

<sup>35</sup> Vgl. allgemein: McCormick (1991): Reclaiming Paradise.

<sup>36</sup> UN-GA (1961): Resolution 1710 (XVI).

<sup>37</sup> Vgl. ebda.: „[...] *that in spite of the efforts made in recent years the gap in per caput incomes between the economically developed and the less developed countries has increased and the rate of economic and social progress in the developing countries is still far from adequate*“.

<sup>38</sup> Vgl. ebda.: „[...] *to accelerate progress towards self-sustaining growth of the economy* [...]“.

Die hierzu nötigen Maßnahmen umfassten politische Strategien, die

1. die geringer entwickelten Länder in die Lage versetzen sollten, ihren Export zu vergrößern, um so zunehmend ihre eigene wirtschaftliche Entwicklung zu finanzieren;
2. den sich entwickelnden Ländern einen angemessenen Anteil an den Einkünften aus mit Auslandsinvestitionen finanzierter Gewinnung und Vermarktung ihrer natürlichen Rohstoffe sichern sollten;
3. einen Zuwachs der öffentlichen und privaten Entwicklungshilfen zum Ziel hatten; und
4. privatwirtschaftliche Investitionen fördern sollten.<sup>39</sup>

Die beschleunigte selbsttragende wirtschaftliche Entwicklung sollte hierbei schwerpunktmäßig durch Industrialisierung, Diversifizierung sowie die Entwicklung eines hoch-produktiven Landwirtschaftssektors erfolgen, finanziert durch entsprechende Außenhandelsüberschüsse. Um bei diesem Prozess eine Einschränkung der *wirtschaftlichen* Produktivität in den Entwicklungsländern zu vermeiden, stand die Bekämpfung und Beseitigung der wichtigsten *sozialen* Hürden – Analphabetismus, Hunger sowie Krankheiten – auf dem Plan der Resolution.<sup>40</sup>

Insofern wurde mit dieser ersten Entwicklungsdekade eine Änderung der bisherigen Entwicklungspolitik herbeigeführt, indem ökonomische und soziale Instrumente gleichzeitig eingesetzt werden sollten.<sup>41,42</sup>

Es zeigte sich jedoch bald, dass die angestrebte Vorgehensweise nicht den gewünschten Erfolg brachte:

- Die entwickelten Länder stellten weniger Entwicklungshilfe zur Verfügung als ursprünglich zugesagt.
- Die „growth-through-industrialization“-Strategie wurde zunehmend kritisiert und vielmehr der Landwirtschaftssektor als wachstumsförderndes Element für Entwicklungsländer identifiziert. BRANDT beispielsweise stellt im Jahre 1980 fest:

---

<sup>39</sup> Vgl. ebda.

<sup>40</sup> Vgl. ebda.

<sup>41</sup> UN-GA (1961b): Resolution 1674 (XVI).

*„In den fünfziger und sechziger Jahren wurde die Landwirtschaft [in der Entwicklungspolitik, Anm. d. V.] oft eher vernachlässigt; viele Entwicklungsländer haben damals in ihrem Streben nach industriellem Fortschritt die Komplementärfunktionen der Agrarentwicklung zunächst nicht erkannt.“<sup>43</sup>*

- Hinzu kam, dass festgestellt werden musste, dass nicht der hochmoderne („industrialisierte“) landwirtschaftliche Großbetrieb, sondern vielmehr viele kleine Landwirtschaftsbetriebe durch eine größere Nachfrage nach Arbeitskräften und Betriebsmitteln wirtschaftliche Impulse geben konnten. Zudem konnte erst hierdurch sichergestellt werden, dass die „ärmsten Menschen in den ärmsten Ländern“<sup>44</sup> versorgt wurden. Dieser Umschwung in der politischen Strategie wurde als „Grüne Revolution“ bezeichnet.
- Angesichts unzureichender wirtschaftlicher Entwicklung schwand bei den Entwicklungsländern zunehmend die Bereitschaft, die durch die entwickelten Länder vorgegebenen Strategien und Maßnahmen umzusetzen. Vielmehr setzte sich bei den Entwicklungsländern vermehrt die Ansicht durch, dass die entwickelten Länder ihre Entwicklung in den vergangenen Jahrzehnten auf Kosten der ehemaligen Kolonien und heutigen Entwicklungsländer vorangetrieben hätten.<sup>45</sup>

Gegen Ende der ersten Entwicklungsdekade wurde somit ein immer größerer Unterschied in den Interessen der entwickelten und der Entwicklungsländer offenbar. Während Ersterer wirtschaftliche Entwicklung für die Entwicklungsländer mit industriellem Wachstum finanziert durch wachsende Rohstoffexporte propagierten, sahen sich Letztere mit exporthemmenden Handelsbarrieren, Zöllen und Subventionen sowie kontinuierlich fallenden Rohstoffpreisen in der „Ersten Welt“ konfrontiert. Des Weiteren führte in den Entwicklungsländern die wachsende Zahl der Bevölkerung in Kombination mit der nicht erfolgten Industrialisierung zu einem hohen Maß an Beschäftigungslosigkeit. Das fehlende Einkommen dieser Gesellschaftsschichten (die

---

<sup>42</sup> Vgl. Kuhn (1987): Concepts for the Development of the Third World, S. 159.

<sup>43</sup> Brandt (1980): Der Brandt-Report, S. 119.

<sup>44</sup> Ebda., S. 121.

<sup>45</sup> Vgl. Kuhn (1987): Concepts for the Development of the Third World, S. 160f.

„Armen“ im Sprachduktus dieser Zeit) führte überdies zu einer Verschärfung der Hunger- und Armutsproblematik.

Die zunehmende Kritik der Entwicklungsländer an der Entwicklungspolitik der 1950er und 1960er Jahre - begründet in der mangelnden Konzeption der Strategien – machte jedoch nur einen Teil der negativen Bilanz aus, die international gezogen wurde. Auch in den entwickelten Ländern und insbesondere in der UN wurde immer häufiger Kritik an den bisherigen Strategien geäußert. Die internationale Politik verschärfte nämlich die Probleme in der globalen Entwicklungspolitik der ersten UN-Entwicklungsdekade.

### **2.4.2 Internationale Politik**

Mit dem Ende des 2. Weltkrieges änderte sich die existierende Weltordnung grundlegend. Die ehemaligen Kolonien errangen Zug um Zug ihre Eigenständigkeit und die UN wurde ins Leben gerufen. Neue Wirtschaftsstrukturen bildeten sich aus und die ehemaligen Kolonien sahen durch ihre neu errungene Autonomie eine Chance auf Fortschritt, Wohlstand und eigenständige Entwicklung.

Gleichzeitig vertiefte sich in den Jahren nach 1945 der Konflikt zwischen dem kapitalistischen Block in Westeuropa und Nordamerika und dem kommunistischen Block in Osteuropa und Asien. Erstere bildeten die so genannte „Erste Welt“, Letztere die „Zweite Welt“. Die ehemaligen Kolonien und sonstigen blockfreien Staaten stellten die „Dritte Welt“ dar. Zunehmend beeinflusste der Ost-West-Konflikt auch die globale Entwicklungspolitik. Die Blöcke des Ostens und des Westens verlangten von den Entwicklungsländern politische Zugeständnisse für die Gewährung von Entwicklungshilfe. Beispielsweise forderten die USA für ihre Entwicklungshilfe von den entsprechenden Ländern, in der UN gegen den politischen Gegner China zu stimmen. Die Entwicklungsländer nutzten die Ost-West-Konflikte im Gegenzug, um Entwicklungshilfe zu „erpressen“, indem sie drohten, mit dem anderen Block zu koalieren.<sup>46</sup>

Entwicklungshilfe wurde also zu einem Instrument der Machtpolitik und orientierte sich immer weniger an den tatsächlichen Bedürfnissen der Entwicklungsländer.

---

<sup>46</sup> Time (1969): At Crisis Point, S. 1.

Die Bedrohung der Menschheit durch einen atomaren dritten Weltkrieg führte zu steigenden Rüstungsausgaben in allen drei Blöcken und zu sinkenden Ausgaben für Entwicklungshilfe.

### 2.4.3 Umweltpolitische Situation

Parallel zu diesen Prozessen in der Entwicklungs- und Weltpolitik bildeten sich nach 1945 erste global agierende Umweltakteure.<sup>47</sup> Die Umweltpolitik der 1940er und 1950er Jahre zeichnete sich nur durch vereinzelte internationale Initiativen aus, die in der breiten Öffentlichkeit jedoch relativ geringes Interesse hervorriefen.

Bereits 1948 war die heutige International Union for Conservation of Nature (IUCN) als internationales Netzwerk von Regierungen, inter- und supranationalen Organisationen, Wissenschaftlern und Nicht-Regierungs-Organisationen (NRO) als Unterorganisation der UNESCO gegründet worden.<sup>48,49</sup> Die IUCN wurde ursprünglich unter dem Namen International Union for the *Protection* of Nature (IUPN) [Hervorhebung d. V.] gegründet. Die Namensänderung erfolgte im Jahre 1956 und zeigt laut KASSAS, dass die Vereinigung in den 8 Jahren ihres aktiven Bestehens „realisierte, dass die Natur und ihre Biota, bestehend aus Pflanzen und Tieren, Bestandteil der für die Menschheit verfügbaren erneuerbaren Ressourcen sind“.<sup>50</sup>

Der inhaltliche Wechsel von einem bewahrenden Naturschutz („protection“ oder, um mit HÜNEMÖRDER zu sprechen, „Glasglockennaturschutz“<sup>51</sup>) zu einem systemorientierten Umweltmanagement erfolgte jedoch erst in den 1970er Jahren.<sup>52</sup>

---

<sup>47</sup> De facto gab es schon im ausgehenden 19. Jhdt. und zu Beginn des 20. Jhdt. erste Vereinigungen und Initiativen, die sich mit Naturschutz und Umweltschutz befassten. Diese Entwicklungen sind jedoch durch den Ersten sowie den Zweiten Weltkrieg unterbrochen worden. Vgl. Hünemörder (2004), Osterhammel (1998) und McCormick (1991).

<sup>48</sup> Vgl. IUCN (2008): About IUCN.

<sup>49</sup> Vgl. Brüggemeier (1998): Internationale Umweltgeschichte, S. 382.

<sup>50</sup> Eigene Übersetzung. Vgl. Kassas (1984): The Evolution of Conservation and Contemporary Issues, S. 6.

<sup>51</sup> Vgl. Hünemörder (2004): Frühgeschichte der globalen Umweltkrise, S. 34ff.

<sup>52</sup> Vgl. Kassas (1984): The Evolution of Conservation and Contemporary Issues, S. 6.

1961 gründete sich der heutige World Wildlife Fund for a living Planet (WWF)<sup>53</sup> als NRO, die sich weltweit Naturschutzprojekten widmete und die Finanzierung des IUCN verbessern sollte.<sup>54</sup>

1963 wurde das International Biological Program (IBP) von dem International Council for Science (ICSU) mit Unterstützung durch die UNESCO<sup>55</sup> initiiert. Ziele dieses Programms, das von 1964 bis 1974 betrieben wurde, waren unter anderem die Koordinierung und Unterstützung von wissenschaftlichen Untersuchungen zur Erarbeitung von Strategien für einen besseren Natur- und Artenschutz, zu Möglichkeiten und Auswirkungen der Nutzung von biologischen Ressourcen sowie Untersuchungen zu den Wechselwirkungen zwischen der Anthroposphäre und den Ökosystemen.<sup>56,57</sup>

Schwerpunkt dieser genannten Maßnahmen war die Erlangung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu den Wirkungszusammenhängen in der Natur. Im Rahmen der von der IUCN und dem IBP durchgeführten weltumspannenden Ökosystem-Studien wurden erstmals Begriffe wie Biomasse („biomass“) oder Tragfähigkeit („carrying capacity“) quantifiziert.<sup>58</sup>

Die Umweltpolitik bildete sich in diesem Jahrzehnt als eigenständiges Themengebiet aus. Beispielhaft kann hier die Einrichtung der weltweit ersten eigenständigen Umweltbehörde 1969/70<sup>59</sup> in den USA genannt werden (US EPA, Environmental Protection Agency).

In den 1960er Jahren zeichnete sich die Umweltpolitik jedoch vornehmlich durch die Anwendung von nachsorgenden, technik-orientierten Umweltschutzmaßnahmen aus. Im Gegensatz dazu entwickelte sich in akademischen und wissenschaftlichen Kreisen verstärkt der Naturschutz als Leitmotiv. Umweltschutz und Naturschutz unterschieden sich hinsichtlich ihrer Ziele und der zur Erreichung dieser Ziele nötigen

---

<sup>53</sup> WWF (2008): About WWF.

<sup>54</sup> Vgl. Hünemörder (2004): Frühgeschichte der globalen Umweltkrise, S. 39.

<sup>55</sup> UNESCO (1994): DG/94/28, S. 2.

<sup>56</sup> TNC (2008): The International Biological Program.

<sup>57</sup> Vgl. Kassas (1984): The Evolution of Conservation and Contemporary Issues, S. 7.

<sup>58</sup> Vgl. ebda.

<sup>59</sup> Vgl. EPA (2008): The Origins of EPA.

Maßnahmen. Der Umweltschutz interpretierte die Umwelt als die natürliche Lebensgrundlage des Menschen, wohingegen der Naturschutz der Natur ein eigenständiges Lebensrecht einräumte. Insofern forderte der Umweltschutz zuvorderst die Erhaltung der Funktion der Natur als Produktionsfaktor und Lebensraum des Menschen. Diese Prämisse lies sich aus damaliger Sicht auch mit der Strategie der „hohen Schornsteine“, des nachsorgenden Umweltschutzes und der großflächigen Umgestaltung der Natur gemäß der menschlichen Bedürfnisse erfüllen (= Naturnutzung, engl.: „conservation“). Der Naturschutz hingegen propagierte die ethisch-moralische Verpflichtung der Menschheit, die Rechte der Natur als solcher zu respektieren und durch Erhaltung von Arten und Ökosystemen ihrer Verpflichtung zur Bewahrung des Naturerbes nachzukommen (= Naturerhalt, engl.: „protection“).

Im Laufe der folgenden Jahre änderten sich oftmals die Definitionen und – durchaus unscharfen – Grenzen dieser zwei Begriffe, oder, um HÜNEMÖRDER hier aufzugreifen:

*„Die korrespondierenden Inhalte und Konnotationen all dieser Begriffe sind freilich keine ahistorischen Größen, sondern unterliegen dem bis heute andauernden geschichtlichen Wandel.“<sup>60</sup>*

Obwohl in den 1960er Jahren auch in der breiten Öffentlichkeit, insbesondere in den USA und in abgeschwächter Form auch in der restlichen „Ersten Welt“, zunehmend ein Bewusstsein nicht nur für nationale Umweltprobleme, sondern auch für die globalen Umweltproblematiken entstand, blieb Natur- und Umweltschutz immer noch ein eher akademisches und wissenschaftliches Thema. Die bereits angesprochenen Veröffentlichungen in dieser Zeit (CARLSON, BROWN und BOULDING) beeinflussten die *Bewusstseinsbildung* in der Öffentlichkeit zwar maßgeblich, jedoch trugen sie nicht zur *Wissensbildung* in der Gesellschaft bei. Vielmehr entstanden in den 1960er Jahren in der breiten Öffentlichkeit „diffuse Ängste“<sup>61</sup> im Rahmen der Thematisierung und Politisierung der Umweltprobleme durch „popularisierte Versatzstücke von Ex-

---

<sup>60</sup> Vgl. Hünemörder (2004): Frühgeschichte der globalen Umweltkrise, S. 23.

<sup>61</sup> Vgl. allgemein: Hünemörder (2004): Frühgeschichte der globalen Umweltkrise.

pertenwissen“<sup>62</sup>. Diese „diffusen Ängste“ ob des schlechten weltweiten Zustands der Natur wurden verstärkt durch politische Ereignisse auf internationaler Ebene (Kuba-Krise 1962, Vietnamkrieg ab Mitte 1960er, Niederschlagung des Prager Frühlings 1968) und die globalen sozioökonomischen Entwicklungen (Hungerkatastrophen, Armut und Unterentwicklung, Wirtschaftskrisen). Die Wohlstandsgesellschaften der 1950er und frühen 1960er Jahre in der „Ersten Welt“ wandelten sich – auch in der eigenen Perzeption – in Überfluggesellschaften. Die Politisierung der Gesellschaft am Ende der 1960er Jahre (Studentenbewegungen, „68er“) trug ihren Teil dazu bei, dass die Öffentlichkeit sich kritisch mit bestehenden Gesellschafts- und Wirtschaftsformen auseinandersetzte.<sup>63</sup>

Trotzdem wurde die Umweltkritik bis in die Anfänge der 1970er Jahre hauptsächlich in wissenschaftlichen Kreisen geführt. Internationale Organisationen wie die UNESCO bemühten sich, öffentliches und politisches Bewusstsein durch zahlreiche Konferenzen und Ausbildungsprogramme zu fördern.

## 2.5 Die Wissenschaftskonferenz „Biosphere“ in Paris

Im Zuge der wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem IBP veranstaltete die UNESCO im Jahre 1968 in Paris die „Intergovernmental Conference of Experts on the Scientific Basis for Rational Use and Conservation of the Resources of the Biosphere“ (*Biosphere Conference*). Im Rahmen dieser Konferenz wurden zahlreiche Fachbeiträge von Wissenschaftlern veröffentlicht und diskutiert. Die thematischen Schwerpunkte umfassten die Erörterung des menschlichen Einflusses auf die Biosphäre, insbesondere der Auswirkungen von Wasser- und Luftverschmutzung, Überweidung, Abholzung sowie der Austrocknung von Feuchtbiotopen.<sup>64</sup>

Fünf Prinzipien wurden formuliert:

1. Die Biosphäre hat sich als Ganzes entwickelt und funktioniert als ein Ganzes;
2. sie ist mit einer beachtlichen Plastizität ausgestattet und kann gewisse natürliche oder anthropogen induzierte Modifikationen ausgleichen;

---

<sup>62</sup> Vgl. ebda., S. 14.

<sup>63</sup> Vgl. ebda.

<sup>64</sup> Vgl. McCormick (1991): *Reclaiming Paradise*, S. 89.

3. die Plastizität der Biosphäre ist begrenzt, abhängig von der Art des betrachteten Ökosystems, von der Art der Einflussnahme, die ausgeübt wird, sowie von der Größe der Veränderung;
4. der demographische Druck und die Entwicklung der Gesellschaftsstruktur werden – unabwendbar – zunehmende Modifikationen der Biosphäre bewirken;
5. eine Rationalisierung [sic] bezüglich der Nutzung der Ressourcen der Biosphäre auf globaler Ebene ist zwingend erforderlich, wenn befriedigende Lebensbedingungen von zukünftigen Generationen gesichert werden sollen.<sup>65</sup>

Eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Konferenz war, dass die Interdependenzen zwischen Umweltdegradierung, schnellem Bevölkerungswachstum, Urbanisierung und Industrialisierung deutlich gemacht werden konnten. Viele der bis dahin in Publikationen formulierten Thesen wurden in den Beiträgen aufgenommen und weiterentwickelt. Das Bild des „spaceship earth“, die Begrenztheit der natürlichen Ressourcen und die Notwendigkeit eines Umdenkens im Umgang mit der Natur waren auch hier zentrale Themen.<sup>66</sup>

Die Bedeutung dieser Konferenz für die Bildung des Konzeptes des *sustainable development* wird in der historischen Retrospektive oftmals unterschätzt. Die vier Jahre später folgende UN-Konferenz „Human Environment“ in Stockholm gilt gemeinhin als die erste internationale politische Konferenz, die sich mit den Konzepten des *sustainable development* befasst hat. Jedoch werden bereits 1968 in der Pariser Konferenz wichtige Kernbegriffe und –konzepte artikuliert, die ab 1972 feste Bestandteile des *sustainable development* Ansatzes werden sollten.

---

<sup>65</sup> Vgl. UNESCO (1968): Use and Conservation of the Biosphere, S. 194: „(a) the biosphere has evolved as a whole and functions as a whole; (b) it is endowed with a considerable plasticity enabling it to re-establish its functional equilibrium when certain modifications occur, whether natural or induced by man; (c) the plasticity of the biosphere is limited, depending on the type of ecosystem considered, the mode of intervention applied and the rate of change; (d) the demographic pressure and the evolution of the structure of society will entail, inevitably, increasing modifications of the biosphere; (e) a rationalization of use of the resources of the biosphere on a world-wide scale is imperative if satisfactory living conditions of future generations are to be guaranteed.“

<sup>66</sup> Vgl. ebda.: Kapitel „The Spaceship Earth“, S. 185.

*„Our present interest in the preservation of natural areas and ecosystems is a proper one, and it can be argued that it is a vital one, but it must be set beside other human needs which must also be met [Hervorhebung d. V.].“<sup>67</sup>*

*„The phrase 'essential need' is therefore meaningless because in practice people need what they want. [...] The present trends of life in prosperous countries are usually assumed to represent what people want; but in reality the trends are determined by what is available for choice. What people come to want is largely determined by the choices readily available to them early in life.“<sup>68</sup>*

Die Bedürfnisse des Menschen werden zwar nicht näher spezifiziert, jedoch werden Bedürfnisse als ein zu erfüllendes Ziel identifiziert. Der Naturschutz wird somit zwar gleichfalls als weiteres notwendiges Ziel für das Weiterbestehen der Gesellschaft angesehen und die Erfüllung der Bedürfnisse als das treibende Element für Umweltzerstörung identifiziert; jedoch müssten diese beiden Ziele parallel betrachtet werden. Des Weiteren spiegelt sich in diesem Passus die bereits angesprochene Perzeption der modernen Gesellschaft als Überflussgesellschaft wider. Somit wird implizit die Frage formuliert, ob die Bedürfnisse der wohlhabenden Gesellschaften tatsächlich gerechtfertigt sind und die fortschreitende Umweltzerstörung rechtfertigen. Hier artikuliert sich die in den Folgejahren intensiv geführte Debatte um die „Grenzen des Wachstums“.

*„We cannot long continue the present trend of adding trivial comforts of life and correcting minor inconveniences without due regard to increasing the likelihood of environmental disasters. If the goal of technological civilization is merely to do more and more of the same, bigger and faster, tomorrow will only be a horrendous extension of today.“<sup>69</sup>*

Die Konferenz formulierte unter anderem die Empfehlung, die durch das IBP initiierten wissenschaftlichen Untersuchungen auszuweiten und die Interdependenzen zwischen Mensch und Biosphäre auch unter sozialen und ökonomischen Aspekten

---

<sup>67</sup> Ebda., S. 146.

<sup>68</sup> Ebda., S. 180f.

<sup>69</sup> Ebda., S. 187.

eingehender zu untersuchen. Insofern wurde hier die Grundlage für das *Man and the Biosphere* (MAB) Programm der UNESCO ab dem Jahr 1971 gelegt.

Auch unterstützte sie die Initiative des Economic and Social Council (ECOSOC) zur Durchführung einer weiteren Konferenz zu den „Problemen der Umwelt des Menschen“, die schließlich 1972 unter dem Namen „Human Environment“ in Stockholm durchgeführt wurde.<sup>70</sup>

## 2.6 Der Pearson-Report

Während die Umweltbewegung durch zahlreiche Kongresse und Publikationen das Interesse von internationaler Politik und Öffentlichkeit zu wecken suchte, vertiefte sich die Kontroverse zwischen den Entwicklungsländern und der „Ersten Welt“ zunehmend. Gegen Ende der 1960er Jahre gab die Weltbank eine Studie in Auftrag, um die Ergebnisse der vorangegangenen zwanzig Jahre Entwicklungshilfe zu evaluieren und Handlungsempfehlungen für die künftige Vorgehensweise zu erhalten. Mit dieser Studie wurde eine achtköpfige Expertenkommission unter Führung des früheren kanadischen Premierministers Lester B. Pearson beauftragt. Die Studie wurde 1969 als „Pearson-Report“ bekannt und trug den Titel „Partners in Development“<sup>71</sup>.

Die Kommission erarbeitete folgende 10 Punkte Agenda:

1. Schaffung eines Rahmens für freien und gerechten internationalen Handel.
2. Förderung von beidseitig vorteilhaften ausländischen Privatinvestitionen.
3. Schaffung von besserer Partnerschaft, einer klaren Zweckbestimmung und größerer Kohärenz bei der Entwicklungshilfe.
4. Erhöhung des Umfangs an Entwicklungshilfe.
5. Auseinandersetzung mit dem Problem steigender Verschuldung.
6. Verbesserung der Effektivität der Entwicklungshilfeadministration.
7. Wiederzuweisung von technischer Unterstützung.
8. Verlangsamung des Bevölkerungszuwachses.
9. Wiederbelebung der Hilfe für Bildung und Forschung.

---

<sup>70</sup> Vgl. ebda., S. 230.

<sup>71</sup> WBG (2008): The Pearson Commission.

### 10. Stärkung des multilateralen Entwicklungshilfesystems.<sup>72</sup>

Ziel der vorgeschlagenen Strategie war es, in den Entwicklungsländern bis zum Ende des Jahrhunderts eine selbst-tragende, aufholende wirtschaftliche Entwicklung zu ermöglichen. Zusätzlich zu der 10 Punkte Agenda und um diese zu finanzieren, sollten die entwickelten Länder insgesamt 1% ihres BIP für Entwicklungshilfe aufbringen. Diese sollte verstärkt über internationale Institutionen wie die Weltbank kanalisiert und verteilt werden.<sup>73,74</sup>

Die Studie artikulierte zwar anerkanntermaßen die Probleme der Entwicklungszusammenarbeit, jedoch kritisierten Industrie- und Entwicklungsländer gleichermaßen die geringe Innovationskraft der vorgeschlagenen Maßnahmen. Die entwickelten Länder hatten de facto kein Interesse an einer Erhöhung ihrer Entwicklungshilfeausgaben. Tatsächlich sank die weltweit aufgebrauchte Entwicklungshilfe gegen Ende der 1960er Jahre.

Die Entwicklungsländer kritisierten die fehlende Neuorientierung der Wirtschafts- und Handelsbeziehungen angesichts der Tatsache, dass die bis dato umgesetzten Strategien keinen substantiellen Erfolg brachten.

Das folgende Zitat, das Pearson zugesprochen wird,

*„Who can now ask where his country will be in a few decades, without asking where the world will be?“<sup>75</sup>*

---

<sup>72</sup> Vgl. Johnston (2002): Development: This time let's get it right!

„1. Create a framework for free and equitable international trade.

2. Promote mutually beneficial flows of foreign private investment.

3. Establish a better partnership, a clearer purpose and a greater coherence in development aid.

4. Increase the volume of aid.

5. Meet the problem of mounting debts.

6. Make aid administration more effective.

7. Redirect technical assistance.

8. Slow the growth of population.

9. Revitalise aid to education and research.

10. Strengthen the multilateral aid system.“

<sup>73</sup> Robson (1970): Partners in Development, S. 394f.

<sup>74</sup> TIME (1969): At Crisis Point.

<sup>75</sup> WBG (2008): The Pearson Commission.

verdeutlichte die sich erweiternde Sichtweise in der Politik dieser Zeit. Die Probleme wurden zunehmend als globale Probleme verstanden, die nur mit globalen Strategien gelöst werden könnten.

Zustimmung fand zudem die Darstellung der komplexen Zusammenhänge zwischen Entwicklungshilfe, internationalen Wirtschaftsbeziehungen und Handel sowie Privatinvestitionen.

## **2.7 Das Man and the Biosphere Programm (MAB)**

Das MAB Programm wurde 1970 auf Initiative der UNESCO gegründet, um die Arbeiten, die im IBP begonnen worden waren, fortzuführen und zu erweitern. Während das IBP sich auf wissenschaftliche Untersuchungen zum Ökosystem und die Gewinnung von wissenschaftlichen Erkenntnissen beschränkte, sollte das MAB Programm konkrete Maßnahmen im Natur- und Umweltschutz umsetzen. Insbesondere lag anfangs der Schwerpunkt auf der Einrichtung und Unterstützung von Naturschutzparks und Reservaten für gefährdete Tier- und Pflanzenarten. Das MAB Programm reflektierte die Befürchtung der damaligen Umweltbewegung, dass die genetische Vielfalt der Natur gefährdet sei. Der Verlust von Tier- und Pflanzenarten (Biodiversität) würde zu einer zunehmenden Entfremdung des Menschen von seinem ursprünglichen Lebensraum führen (BROWNs „machine world“). Das MAB sollte die Interdependenzen zwischen Mensch und Natur, Kultur und Umwelt sowie Gesellschaft und umgebendes Ökosystem durch ein weltweites Netz an Biosphären-Reservaten untersuchen und bewahren. Das Programm wird bis heute unter dem Motto „Menschen, Biodiversität und Ökologie“ fortgeführt, gleichwohl sich seine Aufgaben in Teilbereichen erweitert haben.<sup>76</sup>

## **2.8 Der Founex-Report**

In Vorbereitung auf die 1972 anstehende UN-Konferenz *Human Environment* (United Nations Conference on the Human Environment, UNCHE) traten die Divergenzen zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern offen zu Tage. Zeitweise drohten die Entwicklungsländer der UNCHE fernzubleiben und die Notwendigkeit einer

---

<sup>76</sup> MAB (2008): UNESCO's Man and the Biosphere Programme (MAB).

solchen Konferenz wurde von ihnen in Frage gestellt.<sup>77</sup> Zudem bestand ein generelles Misstrauen gegenüber den Industrieländern und den Zielen der UNCHE. Befürchtungen wurden geäußert, Ziel der Konferenz sei es, die „weltweite Industrialisierung zu verlangsamen, um die beschädigte Umwelt zu regenerieren“<sup>78</sup>. Die Entwicklungsländer sahen ihre Interessen im Zuge der Priorisierung der Umweltpolitik, beispielsweise durch das MAB Programm, gefährdet.<sup>79</sup>

Ziel der Industrieländer war es, auf internationaler Ebene umweltpolitische Maßnahmen zum Schutz der Umwelt zu beschließen. Die Entwicklungsländer hingegen sahen wirtschaftliche Entwicklung und Entwicklungshilfe als das zentrale Thema an. Beispielhaft kann hier ein Ausspruch der Vertreter der Elfenbeinküste in diesem Zusammenhang aufgeführt werden, gemäß dem die Elfenbeinküste „mehr Umweltverschmutzungsprobleme vorziehen würde [...], insofern diese ein Beweis für Industrialisierung sind“<sup>80</sup>.

Die Entwicklungsländer hatten sich bereits 1964 in der Gruppe der 77 (G77) zusammengeschlossen. Im Zuge der sich ändernden Zusammensetzung der UN in den 1960er Jahren, bildete sich diese Vereinigung als gemeinsames Sprachrohr der „Dritten Welt“ aus. Obwohl durchaus inhomogen in Bezug auf einzelne Fragestellungen – beispielsweise OPEC versus nicht-erdölexportierende Entwicklungsländer im Hinblick auf die Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Anstieges oder auch Afrika versus Asien in Bezug auf nötige Strategien zur Bekämpfung der zunehmenden Desertifikation<sup>81</sup> – , bestand ein gemeinsames Interesse hinsichtlich der Durchsetzung von internationalen Maßnahmen und Verträgen zur Beschleunigung der Industrialisierung sowie der Reduzierung der Handelsbarrieren.

---

<sup>77</sup> Najam (2005): *Developing Countries and Global Environmental Governance*, S. 308.

<sup>78</sup> Frei übersetzt von Pirages (1978), S. 64, zitiert nach Najam (2005), S. 308: „*to slow planetary industrialization in order to replenish the spoiled ecosphere*“.

<sup>79</sup> Vgl. McCormick (1991): *Reclaiming Paradise*, S. 92ff.

<sup>80</sup> Frei übersetzt von Rowland (1973), S. 50, zitiert nach Najam (2005), S. 308: „*Exemplifying this mind-set was the famous statement from Ivory Coast, which announced that it would prefer more pollution problems [in comparison to poverty problems], in so far as they are evidence of industrialization*“.

<sup>81</sup> Vgl. ebda., S. 304ff.

Es kollidierte somit die Ansicht der Industrieländer, die in der Industrialisierung den Kern des globalen (Umwelt-)Problems sahen, mit der Ansicht der Entwicklungsländer (G77), die in der Industrialisierung den Kern der Lösung des globalen (Entwicklungs-)Problems sahen.

Die 1970er Jahre waren insofern nicht nur vom Ost-West-Konflikt („Kalter Krieg“) geprägt, sondern zudem von dem beginnenden Nord-Süd-Konflikt.

Im Vorfeld der UNCHE wurden zahlreiche Expertentreffen anberaumt, die die Inhalte der Konferenz vorbereiten sollten. Eines dieser Treffen fand in Founex statt und hier gelang es, die Inhalte der UNCHE so zu formulieren, dass auch die „Dritte Welt“-Länder für das Thema „internationale Umweltpolitik“ gewonnen werden konnten.

*„To a large extent, the current concern with environmental issues has emerged out of the problems experienced by the industrialized advanced countries. [...] The developing countries are not, of course, unconcerned with these problems. [...] However, the major environment problems of developing countries are essentially of a different kind. They are predomenantly problems that reflect the poverty and the very lack of development of their societies.“<sup>82</sup>*

Den G77-Staaten gelang in den vorbereitenden Sitzungen (eine weitere fand beispielsweise in Canberra statt), die anfangs fast ausschließlich auf Umweltfragen bezogene UNCHE um den Themenkomplex der wirtschaftlichen Entwicklung zu erweitern. Die Formulierungen, die in Founex erarbeitet wurden, wiesen die Industrieländer als Hauptverursacher der anstehenden Umweltprobleme aus, lieferten die Begründung für die Entwicklungsländer, ihre eigene Industrialisierung zu rechtfertigen und weiter zu verfolgen, und garantierten zudem, dass die Umweltschutzmaßnahmen keine negativen Auswirkungen auf den internationalen Handel haben würden. Insofern konnte hier eine Kompromissformel erarbeitet werden, die sowohl die Umweltverschmutzung als auch die Entwicklungsproblematik umfasste.<sup>83,84,85</sup>

---

<sup>82</sup> Founex (1971): Development and Environment, Kapitel I.

<sup>83</sup> Najam (2005): Developing Countries and Global Environmental Governance, S. 308.

<sup>84</sup> Rösch (2000): Verhandlungsverlauf und Verhandlungsprobleme der internationalen Klimapolitik, S. 4.

Die Founex-Deklaration markiert in zweierlei Hinsicht einen Meilenstein in der Entwicklung des *sustainable development* Konzeptes:

1. Zum ersten Mal werden Entwicklung und Umwelt in einen gemeinsamen Kontext gestellt. Die bis dahin vertretene Auffassung wirtschaftliche Entwicklung (Wachstum und Industrialisierung) und Umwelt (Naturschutz und Wachstumsgrenzen) seien zwei sich ausschließende Konzepte wird aufgegeben.
2. Die Rolle der „Dritten Welt“ in der internationalen Politik wird akzeptiert. Im Sinne des Pearson-Reports wird auch hier festgestellt, dass Entwicklungs- und Umweltprobleme nur gemeinsam mit der „Dritten Welt“ gelöst werden können.

## 2.9 WARD/DUBOS' „Only One Earth“

Als eine weitere vorbereitende Maßnahme zur anstehenden UNCHE wurde von Maurice Strong, dem designierten Generalsekretär der UNCHE, eine inoffizielle Studie bei Barbara Ward und René Dubos in Auftrag gegeben. Die Studie, die später unter dem Titel „Only One Earth“ veröffentlicht wurde, sollte einen konzeptionellen Rahmen für die UNCHE schaffen und den Delegierten als intellektuelle und philosophische Basis dienen.<sup>86</sup>

*„I read it like I do the Bible.“<sup>87</sup>*

Dieses Zitat vom damaligen US-Präsidenten Lyndon B. Johnson zur „Only One Earth“-Studie verdeutlicht den Einfluss, den diese Studie im Vorfeld der Konferenz in Politik und Öffentlichkeit gehabt hat. Beraten von einem internationalen Gremium von über hundert Wissenschaftlern<sup>88</sup> „brandmarkten [die Autoren] die Folgen des Abholzens von Wäldern, des Raubbaus der Bodenschätze, der Zersiedelung von Landstrichen und all der anderen zivilisatorischen Eingriffe“<sup>89</sup>.

---

<sup>85</sup> Vgl. McCormick (1991): *Reclaiming Paradise*, S. 92.

<sup>86</sup> Vgl. ebda., S. 95.

<sup>87</sup> *Time* (2000): *A Century of Heroes*, S. 1.

<sup>88</sup> Vgl. McCormick (1991): *Reclaiming Paradise*, S. 95.

<sup>89</sup> Kuenheim (1972): *Programm für die Erde*.

Die Studie bediente den „Alarmismus“ dieser Zeit, indem auf die desolate Umweltsituation hingewiesen wurde, gab jedoch auch Ausblicke und Handlungsempfehlungen zur Lösung der Umweltprobleme.<sup>90</sup>

*„Jetzt wo die Menschheit im Begriff ist, die Kolonisierung des Planeten abzuschließen, ist es dringend geboten, zu lernen, wie der Planet intelligent zu bewirtschaften ist. [...] Der Mensch muss die Verantwortung für die Führung und Steuerung der Erde akzeptieren.“<sup>91</sup>*

Die Studie, wie auch die sich anschließende Konferenz, sind vollständig in der Tradition der *Biosphere* Konferenz verhaftet. Die Erde wird als eine große Biosphäre in unterschiedlichen Ausprägungen verstanden (siehe auch BOULDINGs „Raumschiff Erde“), die es zu bewirtschaften gilt. Das Verhältnis Mensch – Umwelt wird definiert als ein System, das auf wissenschaftlicher Basis eine vernunftgesteuerte Nutzung und ein rationales Umweltmanagement der Ressourcen der Biosphäre ermöglicht<sup>92</sup>. Die Natur – in ihrer systemtheoretischen Ausprägung als Biosphäre interpretiert – wird in der Tradition technikzentrierten Umweltmanagements zu einem „technischen Objekt“, für dessen Pflege und Wartung die Studie Hinweise liefert.<sup>93</sup>

## **2.10 GOLDSMITHs „Blueprint for Survival“**

*„The principal defect of the industrial way of life with its ethos of expansion is that it is not sustainable.“<sup>94</sup>*

Mit diesem Satz begannen GOLDSMITH und einige andere Naturwissenschaftler im Jahre 1972 im Vorfeld der Stockholm-Konferenz ihre gemeinsame, umfangreiche Veröffentlichung „A Blueprint for Survival“.

Alarmiert durch die Auswertung von Umweltdaten und ersten Zwischenergebnissen der später im Jahr publizierten MIT-Studie „Die Grenzen des Wachstums“, kam diese

---

<sup>90</sup> Höhler (2003): „Raumschiff Erde“, S. 267f.

<sup>91</sup> Ward/Dubos (1972): *Only One Earth*. Zitiert nach Höhler (2003), S. 267f.

<sup>92</sup> Es sei hier an den Titel der 1968er *Biosphere* Konferenz erinnert: „*Scientific Basis for Rational Use and Conservation of the Resources of the Biosphere*“.

<sup>93</sup> Höhler (2003): „Raumschiff Erde“, S. 267f.

<sup>94</sup> Goldsmith et al. (1972): *A Blueprint for Survival*.

Gruppe zu dem Ergebnis, dass, sollten die gegenwärtigen Entwicklungen fortgeführt werden,

*„der Zusammenbruch der Gesellschaft und die irreversible Zerstörung der Lebenserhaltungssysteme auf diesem Planeten, möglicherweise bereits zum Ende des Jahrhunderts, sicher innerhalb der Lebensspanne unserer Kinder, unvermeidlich sind“<sup>95</sup>.*

Insofern sei eine neue Lebens-Philosophie zu formulieren. Explizit wird auf die Arbeiten des *Club of Rome* Bezug genommen und der Artikel als Appell an die Regierungsvertreter formuliert, die im Begriff waren, in Stockholm zur UN-Konferenz „Human Environment“ zusammen zu kommen.

Der Artikel fand in der Öffentlichkeit große Resonanz und wurde nachfolgend als Buch veröffentlicht. Die Bedeutung des Artikels liegt jedoch in der Formulierung einer sehr pessimistischen „Weltuntergangsstimmung“, die sehr gut den Kontext veranschaulicht, in dem sich die Umweltbewegung der 1970er Jahre entwickelte. Nur ein radikaler Wandel der menschlichen Gesellschaft, eine Abkehr von der wachstumsgetriebenen Industriegesellschaft, die sofortige Beschränkung des Bevölkerungswachstums und die Rückkehr zu sich selbst tragenden Strukturen mit minimalen Eingriffen in die Natur würde die Gesellschaft retten können. Die Autoren sind sich zwar bewusst, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen gar nicht, oder nur mit großen sozialen Spannungen umzusetzen sind; trotzdem sehen sie keine Alternative, außer der vorgeschlagenen.

Den nahenden Weltuntergang vor Augen, werden auch radikale Maßnahmen formuliert:

*„[...] the undeveloped world is faced with an unenviable choice: either to keep alive its expanding population over the next ten years at the price of considerable damage to soil structure and long-term fertility; or to improve soil structure so that a good proportion of the population can be fed indefinitely, but in the knowledge that the population will probably be reduced to that pro-*

---

<sup>95</sup> Vgl. ebda.: „For, if current trends are allowed to persist, the breakdown of society and the irreversible disruption of the life-support systems on this planet, possibly by the end of the century, certainly within the lifetimes of our children, are inevitable.“

portion by such natural processes as famine and epidemic [Hervorhebung d. V.]. *In the long-term, of course, the solution lies in population control; but in the intervening period there seems to be no alternative to concentrating on agricultural methods that are sustainable even at the expense of immediate productivity [Hervorhebung d. V.]. The consequences of not doing so are likely to be much worse than any failure to take full advantage of the new hybrids.*<sup>96</sup>

Wie hier dargestellt nehmen die Verfasser in den Entwicklungsländern Hunger und Epidemien in Kauf. Die langfristige Perspektive im Sinne der Erhaltung der „Lebenssysteme“ hat im Zweifel Vorrang. Hunger und Epidemien als Korrektivum für das Problem der Überbevölkerung werden als das geringste Übel gesehen.

Im weiteren Verlauf formulieren sie die Vision einer aufrechterhaltbaren Gesellschaft (*sustainable society*). Diese besteht, nach der Korrektur des Faktors Überbevölkerung, aus vielen kleinen etwa 500 Menschen umfassenden Gemeinden, die sich größtenteils selbst versorgen und dezentral organisiert sind. Die Anzahl an Mikrogemeinden ergibt sich, ebenso wie die maximale Bevölkerungszahl, aus der Tragfähigkeit (*carrying capacity*) des jeweiligen Ökosystems. Wirtschaftliches Wachstum wird durch Entwicklung von Lebensqualität ersetzt, die *Durchsatzwirtschaft* wird durch eine Wirtschaftsform der konstanten Kapitalstöcke substituiert (siehe BOULDING) und nur so viele Nachkommen werden gezeugt, dass „es der Verlustrate [sic]“<sup>97</sup> entspricht.

Ganz im Sinne der MALTHUS- und BOULDING-Tradition wird ein mechanistisches Weltbild skizziert, in dem der Mensch als rationales Wesen die Natur nur in so weit in Anspruch nimmt, wie es für die Befriedigung seines „Proteinbedarfs“ nötig ist. Die vorgestellte ideale Gesellschaft ist ausschließlich aus der Sicht des ökologiezentrierten Nordens dargestellt und führt dazu, dass die Entwicklungsländer solche Ansätze ablehnen.

---

<sup>96</sup> Ebda.

<sup>97</sup> Ebda.: „*Our task is to end population growth by lowering the rate of recruitment so that it equals the rate of loss.*“

## 2.11 Die Stockholmer UN-Konferenz „Human Environment“ 1972

Im Spannungsfeld dieser Studien (FOUNEX sowie „Only One Earth“ und „A Blueprint for Survival“) begann die Stockholmer UN-Konferenz *Human Environment* (UNCHE) im Jahr 1972. Die UNCHE war von dem ECOSOC, unterstützt durch die *Biosphere* Konferenz, bereits im Jahre 1968 vorgeschlagen worden. Die UN-GA beschloss im Dezember desselben Jahres die Durchführung der Konferenz *Human Environment*,

*„um die Aufmerksamkeit der Regierungen sowie der öffentlichen Meinung auf die Wichtigkeit und Dringlichkeit der Frage [der Umwelt des Menschen] zu fokussieren und um zudem diejenigen Aspekte dieser Frage zu identifizieren, die nur oder am besten durch internationale Kooperationen und Vereinbarungen gelöst werden können“<sup>98</sup>.*

Der internationale Ost-West-Konflikt manifestierte sich auch auf dieser Konferenz: die Ostblockstaaten (mit Ausnahme von Rumänien und dem damaligen Jugoslawien) nahmen an der UNCHE nicht teil.<sup>99</sup> Die damalige UDSSR hatte sich jedoch an den vorbereitenden Konferenzen beteiligt. China nahm als neues Mitglied der UN an der Konferenz teil.<sup>100,101</sup>

Ergebnisse der UNCHE waren unter anderem:

- Die Stockholm-Deklaration: Die *Declaration of the United Nations Conference on Human Environment* umfasste 26 Punkte. Sie ist als Vorform der in den Folgejahren „explosionsartig“<sup>102</sup> entstehenden internationalen Umweltgesetzgebung zu betrachten. Zwar wurde die Stockholm-Deklaration einstimmig beschlossen, jedoch war sie rechtlich unverbindlich.
- Der Aktionsplan für die menschliche Umwelt: Der *Action Plan for the Human Environment* umfasste zahlreiche Maßnahmen, die sich in drei Kategorien gruppieren lassen:

---

<sup>98</sup> UN-GA (1968): Resolution 2398 (XXIII).

<sup>99</sup> Najam (2005): *Developing Countries and Global Environmental Governance*, S. 308.

<sup>100</sup> Engfeldt (2008): *The Road from Stockholm to Johannesburg*.

<sup>101</sup> Kuenheim (1972): *Programm für die Erde*.

<sup>102</sup> Engfeldt (2008): *The Road from Stockholm to Johannesburg*.

1. Das globale Umweltbeobachtungsprogramm (*Earth Watch*),
  2. Maßnahmen im Umweltmanagement sowie
  3. internationale Maßnahmen zur Unterstützung der nationalen und internationalen Aktivitäten im Bereich (Umwelt-)Beobachtung und (Umwelt-)Management.
- Das UNEP: Im Zuge dieser Konferenz wurde das Umweltprogramm der UN gegründet (United Nations Environment Program, UNEP).<sup>103</sup> Aufgabe dieser Behörde sollte die Umsetzung des Aktionsplans sein. Auf nationaler Ebene erfolgten in den nachfolgenden Jahren die Gründungen von Umweltministerien in „zahlreichen Staaten“.<sup>104,105,106</sup>

Die Bedeutung der Konferenz ist in vielerlei Hinsicht maßgeblich gewesen. Die UN-CHE war der erste internationale Gipfel, der die zwei Politik- und Themenbereiche Umwelt und Entwicklung miteinander verband, deren Abhängigkeiten untereinander anerkannte und sektorübergreifende Handlungsempfehlungen erarbeitete. Dieser sektorübergreifende Ansatz diente in der Folgezeit als Vorlage für weitere UN-Konferenzen, die sich mit den Themen Nahrungsmittelkrise, Urbanisierung, Menschenrechte, Gender, Bevölkerung oder Umwelt nunmehr auch sektorübergreifend befassten. Die eher monokausal ausgerichteten Politiken in den einzelnen Bereichen auf nationaler wie internationaler Ebene wurden durch multikausale Erklärungsansätze und komplexe Lösungsstrategien ersetzt.<sup>107</sup>

---

<sup>103</sup> UNEP (2006): Environment for Development, S. 16.

<sup>104</sup> Kopfmüller et al. (2001): Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet, S. 20.

<sup>105</sup> Das deutsche Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorschutz ist jedoch erst im Jahr 1986 <sup>106</sup> gegründet worden. Die vom damaligen Bundeskanzler Kohl angeführte Begründung für die Einrichtung dieses Ministeriums war ‚die „Erfahrung[en] mit dem sowjetischen Reaktorunglück“ von Tschernobyl‘<sup>106</sup>, wenngleich in der Presse auch als Begründung angeführt wird, dass „es Kohl dabei um eine taktische Maßnahme hinsichtlich des Vertrauensverlusts infolge von Tschernobyl sowie der bevorstehenden Niedersachsen-Wahl gegangen“ <sup>106</sup> ist. „Neben anderen Beweggründen dürfte auch das wachsende Umweltbewusstsein der Bevölkerung sowie das Aufkommen einer starken Umweltschutzbewegung in den 80er Jahren zu der Entscheidung beigetragen haben“<sup>106</sup>.

<sup>106</sup> BMU (2006): 20 Jahre Bundesumweltministerium im Spiegel der Presse, S. 6.

<sup>107</sup> Engfeldt (2008): The Road from Stockholm to Johannesburg.

Durch die – zumindest vordergründige – Integration von Entwicklung und Umwelt auf der UNCHE wurde die Grundlage des späteren *sustainable development* Konzeptes gelegt.

*„Man is both creature and moulder of his environment, which gives him physical sustenance and affords him the opportunity for intellectual, moral, social and spiritual growth.“<sup>108</sup>*

*„The protection and improvement of the human environment is a major issue which affects the well-being of peoples and economic development throughout the world;“<sup>109</sup>*

*„In the developing countries most of the environmental problems are caused by under-development. [...] Therefore, the developing countries must direct their efforts to development,“<sup>110</sup>*

*„[...] the industrialized countries should make efforts to reduce the gap themselves and the developing countries. In the industrialized countries, environmental problems are generally related to industrialization and technological development.“<sup>111</sup>*

Es war erstmals gelungen, einen Konsens zwischen „Erster Welt“ und „Dritter Welt“ über den Rahmen für eine gemeinsame Strategie in den Bereichen Entwicklung und Umwelt zu erreichen.<sup>112,113,114,115</sup>

Der Konsens, der in Founex gefunden wurde, spiegelt sich in der Stockholm-Deklaration, wie in vorangegangenem Zitat dargestellt, fast wörtlich wider.

---

<sup>108</sup> UNCHE (1972): Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Proclamation 1.

<sup>109</sup> Ebda., Proclamation 2.

<sup>110</sup> Ebda., Proclamation 4.

<sup>111</sup> Ebda.

<sup>112</sup> Vgl. Rösch (2000): Verhandlungsverlauf und Verhandlungsprobleme der internationalen Klimapolitik, S. 4.

<sup>113</sup> Vgl. Born (2002): Von Stockholm 1972 bis Rio 1992.

<sup>114</sup> Vgl. Najam (2005): Developing Countries and Global Environmental Governance, S. 308.

<sup>115</sup> Vgl. Segschneider (2001): 10 Years after Rio.

*„A point has been reached in history when we must shape our actions throughout the world with a more prudent care for their environmental consequences. [...] To defend and improve the human environment for present and future generations has become an imperative goal for mankind – a goal to be pursued together with, and in harmony with, the established and fundamental goals of peace and of worldwide economic and social development.“<sup>116</sup>*

Auch Stockholm greift die Verantwortung für gegenwärtige und zukünftige Generationen auf. Der Schutz und die Verbesserung der Umwelt für bestehende und zukünftige Generationen solle gemeinsam mit den Zielen Frieden sowie weltweite wirtschaftliche und soziale Entwicklung verfolgt werden – ein Motto das 20 Jahre später auf der Rio Konferenz nahezu wörtlich in die Definition des *sustainable development* Konzeptes eingehen wird.

Die Einrichtung des UNEP war in der UNCHE nicht unumstritten. Während die „Erste Welt“ sich für die Gründung einer internationalen Umweltbehörde einsetzte, die für die globalen Umweltprobleme Strategien mit globalen Ansätzen koordinieren sollte, waren zunächst sowohl die „Dritte Welt“-Vertreter wie auch andere UN-Organisationen gegen die Gründung einer eigenständigen Umweltbehörde.<sup>117,118,119</sup>

Die G77 befürchteten eine allzu starke Fokussierung der politischen Maßnahmen sowie der öffentlichen Meinung auf Umweltprobleme, die durch eine neue Behörde, die sich ausschließlich mit dieser Thematik befassen sollte, noch verstärkt würde. Somit würden die eher ökonomisch bedingten Probleme in der Entwicklungspolitik in den Hintergrund treten. Zudem befürchteten sie, dass eine mit umfassenden Befugnissen ausgestattete UN-Umweltbehörde durch Erarbeitung von Regeln, internationalen Standards und Abkommen, die Souveränität der Entwicklungsländer hinsichtlich der Nutzung ihrer Ressourcen einschränken könnte und warfen der „Ersten Welt“ gar „Öko-Imperialismus“ (*eco-imperialism*) vor.<sup>120</sup>

---

<sup>116</sup> UNCHE (1972): Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Proclamation 6.

<sup>117</sup> Vgl. Najam (2005): Developing Countries and Global Environmental Governance, S. 308.

<sup>118</sup> Vgl. Najam (2005): Developing Countries and Global Environmental Governance, S. 309.

<sup>119</sup> Vgl. Kuenheim (1972): Programm für die Erde.

<sup>120</sup> Vgl. Campos Mello (2000): Mainstreaming the Environment, S. 34.

Der Kompromiss, der geschlossen wurde, findet sich in folgendem Passus der Deklaration wieder:

*„States have, in accordance with the Charter of the United Nations and the principles of international law, the sovereign right to exploit their own resources [...]“<sup>121</sup>*

Das hier zitierte Prinzip Nr. 21 entspricht den Forderungen der G77, die Souveränität der Staaten hinsichtlich der Nutzung ihrer Ressourcen nicht durch ein internationales Umweltregime zu untergraben. Des Weiteren:

*„[...] it will be essential in all cases to consider the systems of values prevailing in each country, and the extent of the applicability of standards which are valid for the most advanced countries but which may be inappropriate and of unwarranted social cost for the developing countries.“<sup>122</sup>*

Mit dem in die Deklaration aufgenommenen Prinzip Nr. 23 erreichten die G77 zudem, dass Umweltstandards, die in der „Ersten Welt“ durchgesetzt werden sollten, nicht (ohne Anpassung) den Entwicklungsländern aufoktroziert wurden. In dieser Formulierung fand die Konferenz eine Einigungsmöglichkeit in Bezug auf den Vorwurf der G77, dass die hoch technisierten Umwelttechnologien der „Ersten Welt“ für die „Dritte Welt“ nicht bezahlbar und von daher in höchstem Maße wachstumshemmend seien. Ebenfalls verhinderten die G77 hiermit eine pauschale Zustimmung zum Verbot von Pestiziden.<sup>123</sup>

Bereits bestehende UN-Organisationen, die schon mit eigenen Programmen umweltschutzbezogene Maßnahmen durchführten (beispielsweise die UNESCO mit ihrem MAB Programm), sahen in der Schaffung einer zentralen UN-Umweltbehörde eine Gefahr durch einen möglichen Kompetenz- und Zuständigkeitsverlust in Bezug auf Umweltschutzfragen.<sup>124</sup>

---

<sup>121</sup> UNCHE (1972): Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Principle 21.

<sup>122</sup> Ebda., Principle 23.

<sup>123</sup> Vgl. McCormick (1991): Reclaiming Paradise, S. 93f.

<sup>124</sup> Vgl. ebda.

Verschiedenste UN-Organisationen verwiesen im Verlauf der Konferenz auf die Vorteile der dezentralen Organisation von Umweltmaßnahmen, indem sie die eigene Kompetenz in den vertretenen Arbeitsgebieten darstellten. Durch die bestehende Spezialisierung auf bestimmte Arbeitsfelder, bei denen auch Umweltprobleme zu besorgen seien, könnten die sektorübergreifenden Abhängigkeiten durch die bestehenden UN-Organisationen besser berücksichtigt werden, als durch eine zentrale Umweltbehörde.

Um diesen Bedenken zu begegnen, wurde ein entsprechender Passus in den Beschluss XXV11 der Konferenz zur Gründung des UNEP aufgenommen.<sup>125</sup>

Obwohl, wie dargestellt, auf der Stockholm-Konferenz viele Interessen berücksichtigt werden mussten und die anschließenden Formulierungen oftmals Kompromissformeln waren, ist die UNCHE anerkanntermaßen ein Startpunkt für die Entwicklung internationalen Umweltrechts gewesen. Gemäß dem UNEP-Register sind seit 1972 über 200 internationale Umweltverträge geschlossen worden.<sup>126,127</sup> Insgesamt wird die Zahl an bestehenden bi- und multilateralen Umweltabkommen auf über 900 geschätzt.<sup>128</sup>

## 2.12 MIT: Die Grenzen des Wachstums

Die Diskussion um die „Grenzen des Wachstums“ erhielt sieben Jahre nach BOULDING, im Jahre 1972, und in Fortführung zahlreicher anderer Mahnschriften in dieser Zeit durch das gleichnamige Buch „The Limits to Growth“<sup>129</sup> von einem Team junger Wissenschaftler am Massachusetts Institute of Technology (MIT), in dem mit Hilfe von Computer-Modellen Prognosen zur Zukunft gemacht wurden, „einen wissenschaftlichen Touch, der für die Wirkung der Studie nicht unbedeutend war“<sup>130</sup>.

---

<sup>125</sup> Vgl. UNCHE (1972): Report of the United Nations Conference on the Human Environment, XXV11: „Mindful of the sectoral responsibilities of the organizations of the United Nations system“.

<sup>126</sup> Vgl. UNEP (1996): Register of International Treaties.

<sup>127</sup> Vgl. Engfeldt (2008): The Road from Stockholm to Johannesburg.

<sup>128</sup> Vgl. Nijhawan (2004): A Human Right to a Clean Environment?

<sup>129</sup> MIT (1972): The Limits to Growth.

<sup>130</sup> Luks (2002): Nachhaltigkeit, S. 21.

Die Studie wurde von den MIT-Wissenschaftlern im Auftrag des Club of Rome erstellt. Der Club of Rome hatte sich vier Jahre zuvor, im Jahre 1968, auf Initiative des Industriemanagers Aurelio Peccei und des OECD-Wissenschaftsmanagers Alexander King konstituiert. In dieser „Denkfabrik“ fanden sich zunächst 36 Vertreter unterschiedlicher Länder und Wissenschaftsdisziplinen zusammen, mit dem erklärten Ziel, Strategien und Lösungsvorschläge für die offenen Fragen der Weltpolitik („world problematique“) zu erarbeiten. Insbesondere lag der Fokus auf der Zusammenführung von der Umweltproblematik, die von den entwickelten Ländern („Erste Welt“) als dringlichste Aufgabe propagiert wurde, und der Entwicklungsproblematik, die von den Entwicklungsländern („Dritte Welt“) an die oberste Stelle der globalen politischen Agenda gestellt wurde.<sup>131,132,133</sup>

Die drei wesentlichen Schlussfolgerungen der Studie sind:

*„1. Wenn die gegenwärtige Zunahme der Weltbevölkerung, der Industrialisierung, der Umweltverschmutzung, der Nahrungsmittelproduktion und der Ausbeutung von natürlichen Rohstoffen unverändert anhält, werden die absoluten Wachstumsgrenzen auf der Erde im Laufe der nächsten hundert Jahre erreicht. Mit großer Wahrscheinlichkeit führt dies zu einem ziemlich raschen und nicht aufhaltbaren Absinken der Bevölkerungszahl und der industriellen Kapazität.*

*2. Es erscheint möglich, die Wachstumstendenzen zu ändern und einen ökologischen und wirtschaftlichen Gleichgewichtszustand herbeizuführen, der auch in weiterer Zukunft aufrechterhalten werden kann [engl. Original: that is sustainable far into the future, Hervorhebung d. V.]. Es könnte so erreicht werden, dass die materiellen Lebensgrundlagen für jeden Menschen auf der Erde sichergestellt und noch immer Spielraum bleibt, individuelle menschliche Fähigkeiten zu nutzen und persönliche Ziele zu erreichen.*

---

<sup>131</sup> GER-COB (2008): Geschichte des Club of Rome.

<sup>132</sup> COB (2008): History of COB.

<sup>133</sup> Kupper (2003): Weltuntergangs-Vision aus dem Computer, S. 1.

*3. Je eher die Menschheit sich entschließt, diesen Gleichgewichtszustand herzustellen, und je rascher sie damit beginnt, um so größer sind die Chancen, dass sie ihn auch erreicht. [sic]<sup>134,135,136</sup>*

Die unter Punkt 2 geäußerte Forderung, „Wachstumstendenzen zu ändern“, wird in der Studie später konkretisiert. Namentlich war die Forderung „Wachstumstendenzen ändern“ gleichbedeutend mit „Nullwachstum für die strategischen Variablen Bevölkerungszahl und (reales) Industriekapital“.<sup>137</sup> Im Wesentlichen entsprechen die Schlussfolgerungen der Studie denen, die in WARDS „Only One Earth“ oder in GOLDSMITHS „A Blueprint for Survival“ formuliert werden.

Das Buch wurde in 37 Sprachen übersetzt und über zwölf Millionen Exemplare verkauft. Der Erfolg spiegelt letztendlich wider, in welchem gesellschaftlichen, (umwelt)wissenschaftlichen und politischen Kontext auch diese Studie entstanden ist.

Die seit Mitte der 1960er Jahre publizierte Fachliteratur zum Thema Menschheit und Umwelt skizzierte zunehmend düstere Prognosen im Hinblick auf die Endlichkeit der Welt, den zu hohen Umweltverbrauch und die daraus sich ergebende unabwendbare Katastrophe; vorausgesetzt der „Kurs“ werde nicht geändert.<sup>138</sup>

Kurz zuvor hatte die UNCHE mit der Stockholm-Deklaration auf den besorgniserregenden Zustand der Umwelt hingewiesen. Zudem war mit dem UNEP die erste internationale Umweltbehörde gegründet worden.

Die gesellschaftlichen Bedingungen waren geprägt von der Knappheit der Ressource Öl<sup>139</sup>, die in Politik und Gesellschaft „zu ernststen Zukunftssorgen“<sup>140</sup> ob der begrenzten Verfügbarkeit von Rohstoffen führte. Kurz nach der Veröffentlichung des Buches, kam es 1973 zur so genannten Ölkrise, die die Ergebnisse und Prognosen der MIT-Studie zu verifizieren schien.

---

<sup>134</sup> Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 23.

<sup>135</sup> Kupper (2003): Weltuntergangs-Vision aus dem Computer, S. 4.

<sup>136</sup> Pestel (1971): The Limits to Growth, S. 1.

<sup>137</sup> Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 22

<sup>138</sup> Vgl. Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 22.

<sup>139</sup> Gemeint ist die sich ankündigende Ölkrise im Jahre 1973.

Hinzu kam, dass insbesondere die 1970er Jahre das Jahrzehnt der computergestützten Weltmodelle waren. „Futurologie“ als neue Wissenschaft, gestützt durch mathematische – vordergründig objektive – Beschreibungen der Welt, schien zu ermöglichen, was bislang nur auf intuitiv-konzeptioneller erfolgt war: der Blick in die Zukunft und damit die Möglichkeit Handlungsempfehlungen für die Gegenwart abzuleiten.<sup>141</sup>

Obwohl mit großem Erfolg in der Öffentlichkeit in der „Ersten Welt“ aufgenommen, wurde die Studie schon bald nach ihrer Veröffentlichung heftig kritisiert. Hauptkritikpunkte waren die fehlende regionale Differenzierung in Bezug auf wirtschaftliche, soziale und politische Entwicklungen, die „Übersimplifizierung“ der Abhängigkeiten der gewählten variablen Größen, die zu geringe Anzahl an variablen Größen sowie die teilweise „erstaunlich oberflächlich“ zu nennende Ausstattung mit Fakten.<sup>142</sup>

In der „Dritten Welt“ wurden die Prognosen der MIT-Studie rundweg ignoriert oder für nicht realistisch erklärt.<sup>143</sup> Die Forderungen, die aus diesen Prognosen zu ziehen waren, zielten auf ein Nullwachstum in der Wirtschaft sowie die Priorisierung der Umweltprobleme in der Politik und waren somit vollständig diametral zu den Interessen der Entwicklungsländer. Des Weiteren basierte die MIT-Studie trotz aller vorgeschlagenen Änderungen auch weiterhin auf der bestehenden internationalen Wirtschaftsordnung.<sup>144</sup> Auch dies stand in völligem Gegensatz zu der in den 1970er Jahren aufkommenden Forderung der Entwicklungsländer nach einer Neuen Wirtschaftsordnung. So, wie der Norden den Ölpreisschock von 1973 als Bestätigung für die Richtigkeit der Computer-Modelle sah und hiermit auch die Richtigkeit der Forderungen aus solchen Modellen begründete, bestätigten die Konsequenzen des Ölpreisschocks der „Dritten Welt“ gleichfalls, dass die bestehende Wirtschaftsordnung geändert werden müsse.

Dass die Weltmodelle nicht unumstritten waren, zeigt sich auch daran, dass sie *de facto* keine konkrete langfristige politische Auswirkung hatten; des Weiteren daran,

---

<sup>140</sup> Luks (2002): Nachhaltigkeit, S. 22.

<sup>141</sup> Vgl. Grün/Wiener (1984): Global denken, vor Ort handeln, S. 16f.

<sup>142</sup> Vgl. Grün/Wiener (1984): Global denken, vor Ort handeln, S. 42f.

<sup>143</sup> Vgl. Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 22f.

dass bereits während der Entwicklung der MIT-Modelle ein anderes Forscherteam begann, ein Gegenmodell zu entwickeln.<sup>145</sup>

### **2.13 BARILOCHEs „The Limits to Poverty“**

Während einer Fachtagung im Jahre 1970 stellten Vertreter des COB sowie des MIT die ersten Grundannahmen sowie Entwürfe der MIT-Studie vor. Eine Gruppe latein-amerikanischer Wissenschaftler um HERRERA und SCOLNIK sah bereits in diesem Stadium der MIT-Studie Anlass zu heftiger Kritik:

*„Elende Lebensbedingungen sind das Los zahlreicher Menschen in den unterentwickelten Ländern. Um die Katastrophe zu erleben, muss man nicht unbedingt noch 80 oder 100 Jahre warten.“<sup>146</sup>*

Die Gegenstudie wurde von der BARILOCHE-Stiftung finanziert und als solche im Jahre 1974 unter dem Titel „Die Grenzen des Elends“ veröffentlicht. Im Gegensatz zu den MIT-Wissenschaftlern ging die BARILOCHE-Gruppe davon aus, dass es mit den verfügbaren Ressourcen durchaus möglich sei, allen Menschen die Lebensqualität des Nordens zu ermöglichen. Sie gingen hierbei von sehr optimistischen Rohstoffvorräten aus, „die noch einige tausend Jahre ausreichen“<sup>147</sup>. Auch sahen sie die Hauptprobleme der modernen Welt nicht in einer zukünftigen Umweltkatastrophe sondern vielmehr in den aktuellen sozialpolitischen Verhältnissen begründet.

Wie in Tabelle 1, dargestellt sind die Ansätze der MIT-Gruppe und der BARILOCHE-Gruppe grundverschieden. Während Erstere die Normen für eine aufrechterhaltbare Gesellschaft als Ergebnis der Modelle sehen, wird von Letzteren das Modell ausgehend von einer zu schaffenden Gesellschaftsform konstruiert. Hierbei ist anzumerken, dass die zukunftsfähige Gesellschaftsform gemäß BARILOCHE-Studie

---

<sup>144</sup> Vgl. ebda., S. 144f.

<sup>145</sup> Vgl. ebda., S. 43.

<sup>146</sup> Ebda., S. 188.

<sup>147</sup> Ebda., S. 189.

in einer „Gleichheitsgesellschaft“ – nach dem Muster sozialistischer Gesellschaften – gesehen wurde.<sup>148</sup>

**Tabelle 1: Vergleichende Gegenüberstellung der MIT-Studie und der BARILOCHE-Studie.<sup>149</sup>**

<i>MIT-Studie (Club of Rome)</i>	<i>HERRERA/SCOLNIK-Studie (Bariloche-Stiftung)</i>
1. Normen für Gesellschaft: <u>Ergebnis der Modelle</u>	1. Normen für Gesellschaft: <u>Grundlage der Modelle</u>
2. Grenzen des Wachstums: Endlichkeit der natürlichen Ressourcen	2. Grenzen des Wachstums: Sozioökonomische und politische Faktoren
3. Bevölkerungswachstum: <u>unabhängige</u> Variable	3. Bevölkerungswachstum: <u>abhängige</u> Variable
Ziel: Umweltkrisenvermeidung	Ziel: Bedürfnisbefriedigung
Vorgehensweise: Trendforschung	Vorgehensweise: Konstruktive Zukunftsforschung

Die MIT-Studie sieht die Grenzen des Wachstums in der Endlichkeit natürlicher Ressourcen in der Zukunft begründet; die BARILOCHE-Studie sieht die Grenzen des Wachstums in der Gegenwart durch die Abhängigkeit der „Dritten Welt“ von der „Ersten Welt“, die ungleiche Ressourcen- und Kapital*verteilung* sowie die bestehenden Machtverhältnisse bedingt.

Auch im Hinblick auf die Interpretation des Bevölkerungswachstums sind die Unterschiede offenkundig. Die MIT-Wissenschaftler gehen, ganz in MALTHUS' Tradition, von einem ungebremsen, exponentiellen Wachstumsverhalten aus. Die BARILOCHE-Wissenschaftler vertreten hier die CONDORCETSche Ansicht der Abhängigkeit des Bevölkerungswachstums von dem erreichten Wohlstand.

Die meisten Unterschiede lassen sich jedoch dadurch begründen, dass das MIT-Team explizit mit dem Vorsatz angetreten ist, mit Hilfe der Computer-Modelle zu-

<sup>148</sup> Vgl. ebda., S. 209.

nächst eine Trendextrapolation durchzuführen und anschließend Handlungsempfehlungen zur Vermeidung der identifizierten Probleme auszusprechen. Die BARILOCHE-Gruppe hingegen setzt normativ die Existenz einer gewissen gesellschaftlichen und politischen Struktur voraus, um anschließend mögliche Entwicklungen dieser theoretischen Gesellschaft zu extrapolieren.

Ebenso wie die MIT-Studie erlangte die BARILOCHE-Studie – allerdings in der „Dritten Welt“ – eine gewisse Bedeutung. Ihre neuen Ansätze sowie ihre Kritik an den „Erste Welt“-Modellen spiegelten letztendlich die politische und wissenschaftliche Meinung der „Dritten Welt“ wider. Parallel zur Erstellung dieser Studie und sich gegenseitig beeinflussend, wurden mit der Cocoyoc-Deklaration und dem Dag Hammarskjöld-Report zwei Publikationen verfasst, die den kurzzeitig – zumindest vordergründig – in Stockholm erreichten Konsens zwischen „Erster Welt“ und „Dritter Welt“ durch offene Konfrontation ersetzen.

## **2.14 Die Cocoyoc-Deklaration und der Dag-Hammarskjöld-Report**

Im Jahre 1973 wurde von Maurice Strong der Begriff des Eco-Developments geprägt. In diesem Konzept versuchte er „einen alternativen, auf Umwelt- und Sozialverträglichkeit zielenden Entwicklungspfad zu definieren“.<sup>150</sup> Obwohl als Konzept zunächst für die „Dritte Welt“ gedacht und auf wenig entwickelte ländliche Regionen ausgelegt, wurde es in Teilen auch auf die globale Entwicklungsstrategie in Bezug auf die Definition von Wachstum und Wohlstand angewendet. Kern dieses Ansatzes waren die so genannten „Guidelines for Ecodevelopment“, die im Wesentlichen sechs Punkte umfassten:

- Die Befriedigung der Grundbedürfnisse mit Hilfe der eigenen Ressourcenbasis; der Konsumstil der Industrieländer sollte nicht kopiert werden.
- Ein befriedigendes soziales Ökosystem ("*satisfactory social ecosystem*"), das Beschäftigung, soziale Sicherheit, Qualität menschlicher Beziehungen und Respekt vor verschiedenartigen Kulturen einschließt.
- Vorausschauende Solidarität mit den zukünftigen Generationen.

---

<sup>149</sup> Vgl. ebda., S. 199. Verändert und ergänzt.

<sup>150</sup> Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 26.

- Maßnahmen zur Ressourcen- und Umweltschonung, insbesondere die Entwicklung von lokalen Öko-Techniken und der Einsatz von regenerativen Energien.
- Die Partizipation der Betroffenen bei der Zielbestimmung und Umsetzung von Maßnahmen, also nicht die Nachahmung von gängigen Konzepten („*self-reliance*“).
- Begleitende und unterstützende Bildungsprogramme.<sup>151,152</sup>

Einige Inhalte des Eco-Development-Konzepts wurden in der so genannten Cocoyoc-Deklaration aufgenommen und weiterentwickelt. Im Oktober 1974 wurde diese Deklaration als Ergebnis eines fünftägigen Symposiums in Cocoyoc, Mexiko, von internationalen Wissenschaftlern formuliert.

*„We reject the unilinear view which sees development essentially and inevitably as the effort to imitate the historical model of the countries that for various reasons happen to be rich today. For this reason, we reject the concept of “gaps” in development. The goal is not to “catch up” but to ensure the quality of life for all with a productive base compatible with the needs of future generations.“<sup>153</sup>*

Diese Deklaration erteilte dem in Stockholm gefundenen Kompromiss eine Absage. Die Wissenschaftler kamen zu der Erkenntnis, dass die Probleme im Bereich Umwelt und Entwicklung nicht durch eine Ökologisierung der bestehenden Produktions- und Handelsformen erreicht werden könne. Vielmehr sei eine grundlegende neue Wirtschaftsordnung nötig. Das Problem wurde in dem Überkonsum der reichen Länder und in der Unterwicklung der „Dritten Welt“ gesehen. Die Armut in der „Dritten Welt“ sei jedoch nicht durch eine aufholende beschleunigte Entwicklung nach dem Vorbild der „Ersten Welt“ zu beseitigen. Vielmehr müssten die bestehenden Machtstrukturen aufgebrochen werden. Ziel müsse eine autonome Entwicklung der „Dritten Welt“ sein. Beispielsweise sollten die Rohstoffe dieser Länder zunächst zur Deckung der eigenen Grundbedürfnisse eingesetzt werden und nur der Überschuss gehandelt

---

<sup>151</sup> Vgl. ebda., S. 27.

<sup>152</sup> Vgl. Born (2000): Von Stockholm 1972 bis Rio 1992.

<sup>153</sup> UNEP (1974): The Cocoyoc Declaration.

werden. Die Kernthesen der Cocoyoc-Deklaration wurden im Dag-Hammarskjöld-Projekt aufgegriffen und vertieft. An diesem Projekt waren über 150 Personen aus 48 Ländern, 14 UN-Organisationen und 24 Forschungsinstitute beteiligt. Ergebnis war der Dag-Hammarskjöld-Report, der 1975 veröffentlicht wurde, und die Überschrift „What now?“<sup>154</sup> trug. Auch hier wurden die ursächlichen Zusammenhänge zwischen zerstörerischen ökologischen Wirkungen, spezifischen Interessenlagen und sozialen Ungleichgewichten identifiziert und benannt.<sup>155156</sup>

*„The existing ‘order’ is coming apart, and rightly so, since it has failed to meet the needs of the vast majority of peoples and reserved its benefits for a privileged minority.“<sup>157</sup>*

Die Kernaussage des Reports war, dass nur die Grundbedürfnisbefriedigung die Antwort auf armutsbedingte Bevölkerungsvermehrung und armutsbedingte Umweltzerstörung sein kann. Zudem sei auch eine Reduzierung des Umweltverbrauchs der Reichen notwendige Voraussetzung für ein stabiles ökologisches und soziales Gleichgewicht.

Um eine neue globale Wirtschaftsordnung zur Verbesserung der Situation insbesondere in der „Dritten Welt“ zu ermöglichen, wurden in dem Report 10 Forderungen formuliert:

1. Fokussierung auf die Bedürfnisbefriedigung – insbesondere die Beendigung der Armut – als zentralen Punkt im Entwicklungsprozess.
2. Stärkung der Fähigkeiten der „Dritten Welt“ für eine selbstbestimmte Entwicklung.
3. Veränderung der sozialen, wirtschaftlichen und politischen Strukturen.
4. Erhöhung der Verfügbarkeit von und des Zugangs zu Nahrung.
5. Umorientierung von Wissenschaft und Technologie zu einer „anderen Entwicklung“.
6. Verbesserung der Information der Öffentlichkeit.

---

<sup>154</sup> Dag-Hammarskjöld-Stiftung (1975): What now?

<sup>155</sup> Vgl. Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 29ff.

<sup>156</sup> Vgl. Born (2000): Von Stockholm 1972 bis Rio 1992.

7. Neudefinierung der internationalen Ressourcentransfers und Sicherstellung von deren automatischer Finanzierung.
8. Einrichtung einer ‚Weltinstitution‘ zur Verwaltung des gemeinsamen Erbes der Menschheit.
9. Anpassung des Systems der UN an die neuen Erfordernisse.
10. Einspruchsrecht aller sozialen Gruppen und Individuen.<sup>158</sup>

Die „radikalen Schlussfolgerungen“<sup>159</sup> der Cocoyoc-Deklaration und des Dag-Hammarskjöld-Berichtes fanden zwar Beachtung und wurden insbesondere im Umfeld des UNEP propagiert; der Ölpreisschock und die sich anschließende globale Wirtschaftskrise lenkten die Aufmerksamkeit der internationalen Gemeinschaft und der „Ersten Welt“ jedoch wieder auf Fragen der klassischen Entwicklungspolitik. Wissenschaft und Politik konzentrierten sich wieder vermehrt auf den Nord-Süd-Konflikt, bei dem das Umweltthema eher ein Randproblem war.<sup>160,161</sup>

## 2.15 Der Brandt-Report

Die sich zuspitzende Weltwirtschaftskrise in den 1970er Jahren machte ein weiteres Mal die Unzulänglichkeit der propagierten internationalen Entwicklungs- und Wirtschaftsstrategien offenkundig. Die einsetzende Rezession in der „Ersten Welt“ und die fortschreitende Verschlechterung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Situation in der „Dritten Welt“ führten zu einem sich vertiefenden Dissens zwischen den Industrieländern und der G77. In diesem Kontext wurde auf Initiative der Weltbank die so genannte Nord-Süd-Kommission beauftragt, die Entwicklungen der letzten Jahre in der globalen Wirtschaft sowie die Entwicklungen in der Kooperation mit der „Dritten Welt“ zu untersuchen und Handlungsvorschläge für die weitere Vorgehensweise zu erarbeiten. Vorsitzender dieser Kommission war der frühere Bundeskanzler Willy BRANDT, der in seinem Vorwort zur deutschen Ausgabe des Berichtes der Kommission, die welt(wirtschafts-)politische Situation wie folgt beschreibt:

---

<sup>157</sup> Dag-Hammarskjöld-Stiftung (1975): *What now?*, S. 6.

<sup>158</sup> Vgl. ebda., S. 10ff.

<sup>159</sup> Born (2000): *Von Stockholm 1972 bis Rio 1992*.

<sup>160</sup> Vgl. ebda.

*„Tatsächlich führt nichts an der Feststellung vorbei, dass wir vor einer weltweiten wirtschaftlichen, sozialen und Sicherheitskrise stehen. Wirtschaftliche Stagnation, wachsende Armut und zunehmende politische Spannungen treffen vor allem die Entwicklungsländer. Aber auch die Industrieländer werden von der Krise erfasst, und kaum eine Nation wird allein in der Lage sein, die Gefahren zu meistern.“<sup>162</sup>*

Die Brandt-Kommission hatte sich zur Aufgabe gestellt, die „ernsten Probleme von globalen Ausmaßen zu untersuchen, wie sie sich aus den wirtschaftlichen und sozialen Ungleichgewichten der Weltgemeinschaft ergeben“ und „Wege dafür aufzuzeigen, wie angemessene Lösungen für die Entwicklungsprobleme und zur Überwindung der Armut vorangetrieben werden können“<sup>163</sup>. Der Brandt-Report wurde 1980 veröffentlicht und ist in Nachfolge des Pearson-Reports zu interpretieren. Der Fokus lag auf der Identifizierung von Abhängigkeiten zwischen der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung, insbesondere in den „Dritte Welt“-Ländern und der bestehenden internationalen Wirtschafts- und Sicherheitspolitik dieser Zeit.<sup>164</sup>

*„[...] die internationale Debatte über Entwicklungsfragen an der Schwelle der 80er Jahre handelt nicht mehr allein oder in erster Linie von ‚Unterstützung‘ und ‚Hilfe‘, sondern von neuen Strukturen. Was heute auf der Tagesordnung steht, handelt von einer Neuordnung der internationalen Beziehungen, vom Errichten einer neuen Ordnung und einer neuen Art, die Entwicklungsprobleme umfassend zu betrachten.“<sup>165</sup>*

Die Kommission spiegelte die Kritik der „Dritten Welt“ an der bestehenden Weltwirtschaftsordnung wider und griff diese auf, um zukunftsfähige Konzepte zu erarbeiten. Nicht mehr die Entwicklungshilfe, sondern die Entwicklungszusammenarbeit wurde als Konzept vorgeschlagen. Zwar bezog auch die Brandt-Kommission in ihre Analyse

---

<sup>161</sup> Vgl. Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 29ff.

<sup>162</sup> Brandt (1980): Der Brandt-Report, Vorwort.

<sup>163</sup> Ebda., S. 12.

<sup>164</sup> Vgl. Segschneider (2001): 10 Years after Rio.

<sup>165</sup> Ebda., S. 26.

die Umweltfrage mit ein und formulierte, dass „das Interesse am gemeinsamen Überleben [...] auch verknüpft werden [muss] mit den alles überragenden Fragen der Energie und der Umwelt, und mit dem Risiko der Selbstzerstörung“<sup>166</sup>, jedoch beschränkte sich der aufgestellte Maßnahmenplan auf rein sozioökonomische und politische Forderungen.

Von der Kommission wurden langfristige Maßnahmen für die achtziger und neunziger Jahre sowie, im Hinblick auf die akute „Weltkrise“, ein Sofortprogramm für die Jahre 1980 bis 1985 formuliert.

Die neue vorgeschlagene Wirtschaftsordnung wurde mit folgendem Prioritätenplan skizziert:

1. Vorrang der Bedürfnisse der Ärmsten;
2. Beseitigung des Hungers;
3. stabile Rohstoffpreise;
4. Abkehr von protektionistischen Schutzmaßnahmen für die Industrien in der „Ersten Welt“;
5. in Bezug auf transnationale Konzerne: internationale Verhaltensregeln und Gesetzgebung sowie ein verbessertes internationales System für Investitionen in Entwicklungsländern;
6. Reform des internationalen Währungssystems;
7. neue Ansätze in der Entwicklungsfinanzierung; sowie
8. mehr Teilhabe und Macht der Entwicklungsländer in internationalen Institutionen

Das Ziel der Brandt-Kommission war es unter anderem auch, den Nord-Süd-Dissens durch einen Nord-Süd-Dialog zu ersetzen.

Die Umsetzung einiger Vorschläge der Brandt-Kommission führte zwar zu einer kurzzeitigen Verbesserung der wirtschaftlichen Situation in einigen Entwicklungsländern, der generelle Trend der Verschlechterung jedoch wurde weder in diesen Ländern noch weltweit aufgehalten.<sup>167</sup>

---

<sup>166</sup> Ebda., S. 28.

<sup>167</sup> Vgl. Segschneider (2001): 10 Years after Rio.

## 2.16 IUCNs' „World Conservation Strategy“

Parallel zu der Entwicklung einer neuen Weltwirtschaftsordnung, versuchten Wissenschaft und Politik auf internationaler Ebene eine weltweite kohärente Umweltpolitik zu erarbeiten.<sup>168</sup>

Der im Jahre 1980 veröffentlichte Bericht „Global 2000: Der Bericht an den Präsidenten“ stellte detailliert die Umweltsituation der damaligen Zeit dar und prognostizierte auf Grundlage eines Computer-Modells, dass

*„die Welt im Jahr 2000 noch überbevölkerter, verschmutzter, ökologisch noch weniger stabil und für Störungen anfälliger sein [wird] als die Welt, in der wir heute leben. Trotz eines größeren materiellen Outputs werden die Menschen auf der Welt in vieler Hinsicht ärmer sein, als sie es heute sind.“<sup>169</sup>*

Die Prognosen des Modells wurden international als alarmierend empfunden und in die Diskussion um Umwelt und Ressourcenverknappung einbezogen. Die IUCN und das UNEP hatten bereits 1977 zahlreiche Experten, Regierungsvertreter und internationale Organisationen mit der Entwicklung einer konsistenten weltweiten Strategie für den Natur- und Artenschutz beauftragt. Ergebnis dieser mehrjährigen Konsultationen war die „World Conservation Strategy“ (WCS), die den Untertitel „Living Resource Conservation for Sustainable Development“ trug.

Ziel der WCS war es, das Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung („*sustainable development*“) unter Einbezug des Schutzes der „lebenden Ressourcen“ zu unterstützen.<sup>170</sup>

*„For development to be sustainable it must take account of social and ecological factors, as well as economic ones [...]“<sup>171</sup>*

In der WCS wird der Begriff des *sustainable development* zum ersten Mal als Umschreibung eines Konzeptes benutzt. Inhaltlich wird dabei die Entwicklungsstrategie

---

<sup>168</sup> Kassas (1984): The Evolution of Conservation and Contemporary Issues, S. 8.

<sup>169</sup> CEQ (1980): The Global 2000 Report to the President, S. 25.

<sup>170</sup> IUCN (1980): World Conservation Strategy, S. IV.

<sup>171</sup> IUCN (1980): World Conservation Strategy, Introduction, 3. Punkt.

der UN für die dritte Entwicklungsdekade ab 1981 um die Ziele des Umweltschutzes erweitert. Insofern umfasst die Definition der IUCN die ursprünglichen UN Entwicklungsziele:

1. Liberalisierung des internationalen Handels,
2. Erhöhung der Entwicklungshilfezahlungen unter wiederholter Forderung, dass die Industrieländer 0,7% ihres BIP hierfür zur Verfügung stellen,
3. Fokussierung der Entwicklungshilfe auf die ärmsten Länder,
4. Reform des internationalen Währungssystems,
5. Entwicklung eines Verhaltenskodex für transnationale Konzerne,
6. Abrüstung,
7. Beschleunigung des Wirtschaftswachstums, insbesondere in den Entwicklungsländern.

Die Komplementärforderungen der WCS zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung sind:

8. Bewahrung von grundlegenden ökologischen und lebenserhaltenden Prozessen,
9. Schutz der genetischen Vielfalt und
10. aufrechterhaltbare Nutzung der Arten und Ökosysteme.<sup>172</sup>

Obwohl in der WCS keine weitere Detaillierung des Konzepts *sustainable development* erfolgt, wird die dargelegte Strategie als richtungweisend angesehen. Zum ersten Mal in der langen Geschichte des Disputs zwischen Entwicklungs- und Umweltpolitik wurden in diesem Strategiepapier Umwelt und Entwicklung nicht als zwei parallel zu erreichende Ziele angesehen, sondern als Teil eines einzigen Konzeptes definiert – zumindest begrifflich. Die Abhängigkeiten zwischen globalem Umweltschutz und internationaler wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung waren zwar oftmals anerkannt und diskutiert worden, jedoch waren alle vorangegangenen Konzepte dadurch gekennzeichnet, dass sie jeweils nur eines von beiden Zielen priorisierten und das andere als unterstützendes Moment definierten.

Obwohl also bereits 1980, mit Vorläufern in den 1970er Jahren, das Konzept eines *sustainable development* in der WCS definiert worden war, konnte erst der Bericht

der Brundtland-Kommission im Jahre 1987 diesen Begriff inhaltlich derart gestalten, dass es zu dem Paradigma der 1990er und der Gegenwart wurde.

## **2.17 Der Brundtland-Report**

Zwar hatte die WCS die begriffliche Trennung zwischen entwicklungs- und umweltpolitischen Strategien überwunden, jedoch herrschte auf internationaler Ebene immer noch Uneinigkeit über die inhaltliche Verknüpfung der beiden Themengebiete in einer konsistenten Strategie. Die UN hatte im Jahre 1981 die dritte Entwicklungsdekade ausgerufen. In der Perspektive der Entwicklungsländer wie auch der Industrieländer führte dies jedoch nicht zum gewünschten Erfolg. Ganz im Gegenteil konstatierten die G77 eine zunehmende Kluft in der Verteilung von Reichtum und Wohlstand zwischen Nord und Süd und die Industrieländer sahen keines der geforderten Umweltziele erfüllt. Das UNEP lud im Jahre 1982 zu einer Nachfolgekonferenz nach Nairobi in Kenia ein. Zehn Jahre nach der Stockholm-Konferenz sollten die aktuelle Umweltsituation sowie die Zielerreichung der auf der UNCHE formulierten Vorgaben diskutiert werden. In Konsequenz der ernüchternden negativen Ergebnisse im Umweltbereich, wurde von dem UNEP die Studie „Umwelperspektiven bis zum Jahr 2000“ in Auftrag gegeben. Aus Sicht der Industrieländer, und hier insbesondere der skandinavischen Länder, waren jedoch weder die UN noch das UNEP in der Lage eine neue internationale Politik hinsichtlich der Integration von Umwelt und Entwicklung zu konzipieren, zumal alle bisherigen Konzepte nicht wesentlich zur Verbesserung der Situation geführt hatten. Auf ihre Initiative hin beschloss die UN-GA im Jahre 1983 die Einrichtung der unabhängigen Weltkommission für Umwelt und Entwicklung („World Commission on Environment and Development“, WCED). Den Vorsitz hatte die Ministerpräsidentin von Norwegen Gro Harlem Brundtland, die auch die Namensgeberin für die Kommission und deren 1987 erschienenen Bericht geworden ist.

Der Auftrag gemäß der UN-GA lautete:

---

<sup>172</sup> Freie Übersetzung. Vgl. IUCN (1980): *World Conservation Strategy*, Introduction, Kapitel 20.

*„(a) langfristige Umweltstrategien vorzuschlagen, um bis zum Jahr 2000 und darüber hinaus dauerhafte Entwicklung zu erreichen;*  
*(b) zu empfehlen, wie die Besorgnis um die Umwelt sich in eine bessere Zusammenarbeit zwischen den Entwicklungsländern und zwischen den Ländern in verschiedenen Phasen wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung umsetzen lässt, und wie sich gemeinsame und sich wechselseitig verstärkende Ziele erreichen lassen, die den gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen den Völkern, von Ressourcen, Umwelt und Entwicklung Rechnung tragen;*  
*(c) zu überlegen, wie die internationale Gemeinschaft wirksamer mit den Umweltproblemen umgehen kann;*  
*(d) festzustellen, wie wir langfristige Umweltprobleme wahrnehmen, und wie wir erfolgversprechend die Probleme des Schutzes und der Verbesserung der Umwelt bewältigen können, welches langfristige Aktionsprogramm für die nächsten Jahrzehnte gelten soll und welches die erstrebenswerten Ziele für die ganze Welt sind.“<sup>173</sup>*

Ergebnis der weltweiten Konsultationen war unter anderem eine Definition von *sustainable development*, die bis heute maßgeblich ist:

*„Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“<sup>174</sup>*

In der deutschen Übersetzung des Kommissionsmitglieds HAUFF formuliert, lautet die Definition:

*„Dauerhafte [sic] Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“<sup>175</sup>*

Die Kommission formuliert im Kontext dieser Definition die Ziele von Entwicklungs- und Umweltpolitik folgendermaßen:

---

<sup>173</sup> Hauff (1987): Unsere gemeinsame Zukunft, S. XIX.

<sup>174</sup> WCED (1987): Report of the World Commission on Environment and Development, S. 54.

<sup>175</sup> Hauff (1987): Unsere gemeinsame Zukunft, S. 46.

1. Belebung des Wachstums;
2. Veränderung der Wachstumsqualität;
3. Befriedigung der Grundbedürfnisse nach Arbeit, Nahrung, Energie, Wasser und Hygiene;
4. Sicherung dauerhafter Bevölkerungszahlen;
5. Erhaltung und Stärkung der Ressourcenbasis;
6. Neuorientierung von Technologie und Handhabung von Risiken; und
7. Verbindung von Umwelt und Wirtschaft in Entscheidungsprozessen.<sup>176</sup>

Die Bedeutung und Akzeptanz, die der Bericht sowie die begriffliche und konzeptionelle Definition des *sustainable development* der Brundtland-Kommission erfahren haben, basiert auf zwei Gründen:

1. Die Brundtland-Kommission war hochrangig besetzt mit amtierenden oder vormaligen Regierungsvertretern aus unterschiedlichsten Nationen. In dieser Kommission waren sowohl die „Dritte Welt“ wie auch der Ostblock und die Industrieländer vertreten. Insofern war sicher gestellt, dass die Übereinkünfte die Sichtweisen aller Interessensgruppen wiedergaben. Im Gegensatz zu vorangegangenen Kommissionen hatte die Brundtland-Kommission im Rahmen zahlreicher weltweit durchgeführter Interviews und Konferenzen auch die Öffentlichkeit sowie Nichtregierungs-Organisationen zu Wort kommen lassen und deren Standpunkte in Kommentarboxen im Bericht wiedergegeben.
2. Wie in der Formulierung der Definition abzulesen, war die vorgeschlagene Strategie eine Zusammenführung der Ansätze, die in den vorangegangenen Dekaden bereits verschiedentlich formuliert worden waren. Durch die allgemein gehaltene Definition sowie den Einbezug der Forderungen von umweltpolitischen sowie entwicklungspolitischen Akteuren und Institutionen konnte ein allgemeiner Konsens erreicht werden.<sup>177</sup>

Die Kommission gründete ihr Strategiekonzept auf der Identifikation von Wirtschaft, menschlicher Gesellschaft und Umwelt als voneinander abhängige Bestandteile für ein neues Entwicklungskonzept. Die parallel geführten Strategieentwicklungen der

---

<sup>176</sup> Vgl. ebda., S. 52f.

<sup>177</sup> Vgl. Harborth (1993): Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, S. 59.

Vergangenheit in diesen Bereichen wurden hiermit zusammengeführt.<sup>178,179,180</sup> Das Verdienst der Kommission ist die Artikulierung der komplexen Wirkungszusammenhänge der drei Dimensionen von Entwicklung „Ökologie“, „Ökonomie“ und „Gesellschaft“ – zur richtigen Zeit und im richtigen Kontext. Denn bereits mit dem Erscheinen des Brundtland-Berichtes wurde von Wissenschaftlern und Politikern konstatiert, dass die Erkenntnisse und Handlungsvorschläge der Kommission nichts „Revolutionäres oder völlig Utopisches“<sup>181</sup> beinhalten. Die Analysen der Kommission stellten die damalige Lage realistisch dar, ihre Konzepte und Vorschläge waren jedoch im Wesentlichen gleich denjenigen, die bereits in der Stockholm-Deklaration formuliert worden waren, ergänzt um Konzepte und Vorschläge vorangegangener Kommissionen.

Die natürlichen Grenzen der Umwelt wurden ebenso aufgegriffen wie das Konzept der armutsbedingten Umweltzerstörung. In diesem Zusammenhang ging die Kommission jedoch nicht so weit wie die radikalen Forderungen der Cocoyoc-Erklärung oder des Dag-Hammarskjöld-Berichtes. Hinsichtlich der wirtschaftlichen Entwicklungskonzepte vertrat die Kommission den Wachstumsansatz. Nur ein beschleunigtes Wachstum der Entwicklungsländer bei gleichzeitigem Wachstum der Industrieländer könne die Lösung des globalen Entwicklungs- und Armutproblems liefern. Da die Umweltzerstörung zum Teil durch Armut bedingt sei, werde eine solche Vorgehensweise automatisch zu einer Reduzierung der Umweltbelastungen in den Entwicklungsländern führen. Auch in den Industrieländern sollte Wirtschaftswachstum das leitende Konzept bleiben, jedoch innerhalb gewisser Grenzen. Diese Grenzen wurden von der Brundtland-Kommission jedoch nicht in den von der Natur vorgegebenen Wachstumsgrenzen der BOULDING-MIT-Cocoyoc-Dag-Hammarskjöld-Tradition („outer limits“, „limits to growth“ oder „ceilings“) gesehen, sondern in den Grenzen der Technik. Die Forderung eines höheren, globalen Wirtschaftswachstums

---

<sup>178</sup> Vgl. Segschneider (2001): 10 Years after Rio.

<sup>179</sup> Vgl. Born (2000): Von Stockholm 1972 bis Rio 1992.

<sup>180</sup> Vgl. Campos Mello (2000): *Mainstreaming the Environment*, S. 34.

<sup>181</sup> Vgl. Harborth (1993): *Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung*, S. 59.

wurde mit der Notwendigkeit begründet, dass „die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse und Wünsche [...] das Hauptziel von Entwicklung“<sup>182</sup> sei.

Der zweite Schlüsselbegriff auf dem Weg zu dauerhafter Entwicklung war

*„der Gedanke von Beschränkungen, die der Stand der Technologie und sozialen Organisation auf die Fähigkeit der Umwelt ausübt, gegenwärtige und zukünftige Bedürfnisse zu befriedigen.“*<sup>183</sup>

Die Kommission war von dem Fortschrittsgedanken vorangegangener Dekaden geprägt. Die Menschheit müsse zwar innerhalb der natürlichen Grenzen agieren, aber durch effizientere Technologien erreiche man Einsparungen, die ein weiteres Wachstum ermöglichen. Notwendige Voraussetzung hierfür war jedoch auch die Forderung der Kommission, den Bevölkerungszuwachs zu beschränken. Insofern seien die natürlichen Grenzen zu relativieren, da sie primär durch den Stand der Technologie und die soziale Organisation vorgegeben sind.

Die vorgeschlagenen Konzepte und Handlungsempfehlungen werden nicht nur mit der herrschenden Armut und Unterentwicklung in der „Dritten Welt“ begründet, sondern auch mit der Verantwortung der gegenwärtigen Generation für die zukünftigen Generationen. Auch dieser Gedanke greift die Formulierungen der 1960er und 1970er Jahre auf, begründet diese Forderung aber nicht nur mit der Notwendigkeit, die natürlichen, sondern auch die wirtschaftlichen Grundlagen einer Gesellschaft zu bewahren.

## **2.18 UN Conference on Environment and Development und die Agenda 21**

Der Brundtland-Bericht legte das Fundament für die 1992 durchgeführte UN Conference on Environment and Development (UNCED) in Rio de Janeiro. Der Verabschiedung wichtiger Dokumente auf der UNCED gingen zahlreiche jahrelange Verhandlungen voraus, in denen zwischen den beteiligten Regierungen teilweise heftig um Kompromisse gerungen worden ist. Durch die starke Beteiligung von NROs wurden die Ergebnisse der UNCED wesentlich beeinflusst. Sowohl Interes-

---

<sup>182</sup> Hauff (1987): Unsere gemeinsame Zukunft, S. 46.

sensgruppen aus dem Umweltbereich wie auch aus der Wirtschaft konnten im Plenum der Konferenz ihre Stellungnahmen vortragen.<sup>184</sup>

Am Ende der UNCED standen schließlich Ergebnisse, die das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung von einer reinen Empfehlung der unabhängigen Brundtland-Kommission in politisch und rechtlich verbindliche Handlungsvorgaben weiterentwickeln sollten. Nicht nur umweltpolitische Probleme sind Gegenstand der Konferenz gewesen; vielmehr sollten auch die drängenden globalen Entwicklungsprobleme im umweltpolitischen Zusammenhang behandelt werden. Ziel war es, die Weichen für eine weltweite nachhaltige Entwicklung zu stellen.

*„Reaffirming the Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment, adopted at Stockholm on 16 June 1972, and seeking to build upon it“<sup>185</sup>*

Mit diesem Satz beginnt die auf der UNCED beschlossene so genannte Rio-Deklaration und stellt somit inhaltlich und formell die Beziehung zur Stockholm-Konferenz im Jahre 1972 her. In den 27 Prinzipien (Grundsätzen) der Rio-Deklaration wird erstmals global das *Recht* auf nachhaltige Entwicklung verankert (Prinzip Nr. 3). Den Staaten wird aber auch das souveräne Recht über ihre Ressourcen zugestanden, ebenso wie bereits zwanzig Jahre zuvor auf der Stockholm-Konferenz von den Entwicklungsländern durchgesetzt (Prinzip Nr. 2).

Die Deklaration von Rio über Umwelt und Entwicklung besagt, dass ein wirtschaftlicher Fortschritt langfristig einzig und allein in Verbindung mit Umweltschutz möglich sei. Dies sei nur möglich, wenn die Staaten weltweit eine neue und gerechte Partnerschaft unter Beteiligung der Regierungen, des Volkes und wesentlicher gesellschaftlicher Elemente eingehen. So müssten die Staaten internationale Vereinbarungen zum Schutz der Umwelt und der Verbesserung ihres Zustands treffen. Dabei darf die Umweltpolitik jedoch nicht in ungerechtfertigter Weise zu Einschränkungen des internationalen Handels missbraucht werden.

---

<sup>183</sup> Ebda.

<sup>184</sup> Vgl. Luks (2002): Nachhaltigkeit, S. 26.

Das UNCED-Konzept der nachhaltigen Entwicklung beruht auf drei Säulen der nachhaltigen Entwicklung: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Diese drei Säulen des *sustainable development* sollen gleichwertig in einen ganzheitlichen Ansatz kombiniert werden. Zudem wird durch die Übernahme der Brundtland-Definition des *sustainable development* das Postulat der intra-generationellen und inter-generationellen Bedürfnisbefriedigung formuliert.

Die UNCED verabschiedete zusätzlich zur Rio-Deklaration weitere vier „Dokumente“, die vor dem Hintergrund der Vielzahl der Interessengegensätze (z.B. beim Thema Wald oder Klimaschutz) von vielen Seiten als ein erfolgreicher Schritt für eine globale Umwelt- und Entwicklungs-partnerschaft angesehen werden:

- Konvention zum Klimaschutz
- Konvention zum Artenschutz
- Walddeklaration
- Agenda 21

Gemäß der Agenda 21 sind es in erster Linie die Regierungen der einzelnen Staaten, die auf nationaler Ebene die Umsetzung der nachhaltigen Entwicklung planen müssen in Form von Strategien, nationalen Umweltplänen und nationalen Umweltaktionsplänen. Dabei sind auch regierungsunabhängige Organisationen (NRO) und andere Institutionen zu beteiligen.

Des Weiteren wurde auf der UNCED eine UN-Kommission für Nachhaltige Entwicklung („Committee on Sustainable Development“, CSD) eingerichtet, um einen wirksamen Folgeprozess nach der Konferenz zu gewährleisten und das Aktionsprogramm der Agenda 21 zu koordinieren. Formal ist die CSD eine von neun Fachkommissionen des Wirtschafts- und Sozialrats der Vereinten Nationen (ECOSOC). Sie untersteht der UN-Generalversammlung und hat kaum eigene Entscheidungskompetenzen.

Parallel hierzu schlossen sich 160 internationale Unternehmen aus 30 Ländern und 20 der wichtigsten Industriesektoren zum World Business Council of Sustainable Development (WBCSD) mit Sitz in Genf zusammen. Ziel der Vereinigung ist die

---

<sup>185</sup> UNCED (1992a): Rio Declaration on environment and development.

Teilnahme an politischen Meinungsbildungsprozessen, um so den wirtschaftlichen Rahmen für einen effektiven Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung zu schaffen. Insgesamt waren die Meinungen zum Erfolg der UNCED geteilt. Zwar war sie ein Meilenstein für die Implementierung des *sustainable development*-Konzeptes in nationalen und internationalen Politiken. Weiter gelang es, die G77 und die Industrieländer in ein gemeinsames Konzept für die weitere Entwicklung einzubinden. Jedoch wurde auf den Folgekonferenzen im Jahr 2000 (UN Millenium Summit) und im Jahr 2002 (UN World Summit on Sustainable Development) festgestellt, dass viele der auf der UNCED formulierten Ziele nicht erreicht werden konnten.<sup>186,187</sup>

## 2.19 UN World Summit on Sustainable Development

Die Folgekonferenz, der „UN World Summit on Sustainable Development“ (WSSD), fand 2002 in Johannesburg statt. Ziel war es, die Umsetzung der Agenda 21 und anderer Aktionspläne für eine nachhaltige Entwicklung zu überprüfen und neue Impulse für deren Fortgang zu geben. Zehn Jahre nach Rio diskutierte hier die Staatengemeinschaft folgende Schwerpunkte:

- Ressourcenschutz und Ressourceneffizienz
- Armutsbekämpfung und Umweltschutz
- Globalisierung und nachhaltige Entwicklung
- Stärkung der UN in den Bereichen Umwelt und nachhaltige Entwicklung
- Finanzierung

Der WSSD ist die erste internationale Konferenz, die den Begriff des *sustainable development* explizit bereits in ihrem Namen trägt. In den zehn Jahren zwischen Rio und Johannesburg war es gelungen, das Konzept des *sustainable development* zu einem international und aktorsgruppenübergreifenden Paradigma im Zusammenhang mit Entwicklung und Umwelt zu entwickeln. Die Ergebnisse des WSSD werden jedoch teilweise als „magere Ergebnisse“<sup>188</sup> eingestuft und die Konferenz als „ver-

---

<sup>186</sup> Vgl. Segschneider (2001): 10 Years after Rio.

<sup>187</sup> Vgl. Campos Mello (2000): Mainstreaming the Environment, S. 35ff.

<sup>188</sup> Greger (2002): Nachhaltige Strategien und Perspektiven, S. 2.

passte Gelegenheit“<sup>189</sup> gesehen, um substantielle Schritte in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung zu beschließen. Die explizite Thematisierung der fortschreitenden Globalisierung von Produktion und Handel sowie der internationalen Handelsbeziehungen auf dieser Konferenz wurde von Befürwortern und Kritikern der Ergebnisse des WSSD gleichermaßen thematisiert. Erstere begrüßten die Integration von Marktliberalisierung und Globalisierung als Instrumente zur Förderung einer weltweiten nachhaltigen Entwicklung. Die Kritiker hingegen befürchteten, dass der einmal gefundene Konsens hinsichtlich nachhaltiger Entwicklungspolitik zugunsten von eher markt- und freihandelsbasierten Ansätzen aufgegeben würde.<sup>190</sup>

Auf dem WSSD wurde ein Katalog von Maßnahmen beschlossen, die zur Fortführung der Agenda 21 umgesetzt werden sollen. Die Maßnahmen sind jedoch oftmals nicht konkretisiert oder mit Zielvorgaben versehen.

## **2.20 Ausblick: Entwicklungen seit Rio 1992**

Wie im vorangegangenen Abschnitt dargestellt etablierte sich der Begriff des *sustainable development* spätestens mit dem WSSD im Jahr 2002 auf internationaler Ebene als *das* zentrale Paradigma der Weltpolitik. Die Konferenz in Rio zehn Jahre zuvor hatte das Konzept zwar bereits zum Inhalt, aber noch nicht im offiziellen Titel der Konferenz. Erst zu diesem Zeitpunkt wurde das Konzept, das durch die Brundtland-Kommission im Rahmen ihres Berichtes begrifflich mit dem Ausdruck *sustainable development* definiert wurde, formal international anerkannt. Seit Rio war das Konzept zunehmend in nationale Regierungsprogramme und in die Agenden von Naturschutz- und Entwicklungshilfeorganisationen sowie in die Strategiepapiere von Wirtschaftsorganisationen und Unternehmen integriert worden. Wie etabliert das Konzept im Jahr 2002 bereits war zeigt die große Teilnehmerzahl des WSSD in Johannesburg: über 22.000 Personen einschließlich 100 Staatsoberhäupter und 10.000 Delegierte sowie 8.000 Vertreter von Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen nahmen an der Konferenz teil.

---

<sup>189</sup> Khator (2006): The Evolution of „Sustainable Development“, S. 17: „This summit, like the ones before, was perceived as a missed opportunity which depended on the cooperation of rich nations for success, and failed to address North/South disparities.“

<sup>190</sup> IUCN (2003): Scaling the Summit, S. 2.

Eine Analyse der Verwendung des Begriffes *sustainable development* in diesen unterschiedlichen Akteursgruppen zeigt, dass die inhaltliche Definition und Interpretation des Konzeptes ebenso divers ist, wie die Institutionen, welche die Leitidee zu Grunde legen.

Im Rahmen dieser Ausarbeitung können nur die wesentlichen Grundzüge der gegenwärtigen Interpretationen des *sustainable development* Paradigmas dargestellt werden, wobei der Fokus auf den Rohstoffsektor gelegt wird. Dieser Thematik widmet sich das folgende Kapitel 3.



## 3 Sustainable Development und Bergbau

### 3.1 Definitionen und Interpretationen

Wie in den vorangegangenen Abschnitten dargestellt, ist das *sustainable development* Konzept im Verlauf von über vier Jahrzehnten entstanden. Letztendlich ist es eine Leitidee, die den unterschiedlichen Sichtweisen und Interessen in Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit eine gemeinsame Plattform für die Entwicklung und Diskussion globaler Veränderungsprozesse bietet.

*„Man könnte bilanzieren: Seit Rio (1992) ist nichts so nachhaltig wie das Reden und Schreiben über ‚Nachhaltige Entwicklung‘ oder ‚Sustainable Development‘ und gleichzeitig nichts so aussichtslos wie der Versuch, den Begriff konsensfähig und allgemeinverbindlich zu definieren.“<sup>191</sup>*

Der Kommentar von JÜDES charakterisiert die Problematik des Paradigmas *sustainable development*. Der Begriff ist nicht nur ein Konsens von Nord und Süd, von „Erster Welt“ und „Dritter Welt“. Er ist zudem ein Konsens von Ökologie und Technokratie, von Globalisierungsbefürwortern und *self-reliance*-Vertretern. Bereits die Frage, ob das Konzept eher die Ökologie oder die Entwicklung betont, entzweit Wissenschaftler, Politiker und die interessierte Öffentlichkeit.

In den letzten internationalen Konferenzen ist hierbei kein Fortschritt erzielt worden. Nichtsdestotrotz ist die Brundtland-Definition wichtig, da sie den – vielleicht kleinsten gemeinsamen – konzeptionellen oder zumindest begrifflichen Nenner bildet, auf den sich die unterschiedlichsten Interessensgruppen verständigen können. Die anerkanntermaßen allgemeinverbindlichen Ziele dieses Paradigmas sind die Bedürfnisbefriedigung der heutigen Generation und die Verantwortung für die kommenden.

Bereits Mitte der 1990er Jahre existierten über neunzig alternative oder ergänzende Definitionen des Begriffes *sustainable development*, wie beispielsweise PEARCE<sup>192</sup>

---

<sup>191</sup> Jüdes (1997): Nachhaltige Entwicklung – wozu Theorie?

<sup>192</sup> Pearce (1995): Defining Sustainability, Anhang.

aufführt. Und wie TREMMEL<sup>193</sup> ausführt, sind die meisten dieser Definitionen interesselgeleitet und betonen einen oder wenige Aspekte der ursprünglichen Leitidee. Unabhängig von diesen Entwicklungen in der inhaltlichen Definition des *sustainable development* verweisen alle Alternativen und Erweiterungen auf die ursprüngliche Brundtland-Definition.

Die Brundtland-Kommission formuliert in diesem Zusammenhang:

*„'Dauerhafte Entwicklung' beschreibt letztlich aber auch keinen Zustand starrer Ausgewogenheit, sondern eher einen Prozess ständigen Wandels, dessen Ziel darin besteht, die Ausbeutung der Ressourcen, den Investitionsfluss, die Ausrichtung der technologischen Entwicklung und die institutionellen Veränderungen mit künftigen wie gegenwärtigen Bedürfnissen in Einklang zu bringen. Wir behaupten nicht, dass es sich dabei um einen einfachen und kontinuierlich verlaufenden Prozess handeln wird. Schmerzhaft Entscheidungen werden notwendig werden, so dass Grundlage dauerhaften Wachstums in erster Linie der politische Wille hierzu sein wird.“<sup>194</sup>*

Und folgt man dem damaligen stellvertretenden Vorsitzenden der WCED, Nitin DESAI, so gilt:

*„Think of it [bezogen auf ‚sustainable‘. Anm. d. V.] as an adverb rather than as an adjective. [...] It is a description of a process, not of a state of affairs.“<sup>195</sup>*

Das heißt: *sustainable development* ist (wirtschaftliche und gesellschaftliche) Entwicklung, die auf eine aufrechterhaltbare Art und Weise erfolgt. Insofern ist *sustainable development* ein Konzept, das sich zunächst auf die Bedürfnisse des Menschen („needs“) konzentriert. Da der Mensch jedoch Teil seiner natürlichen Umwelt ist, können seine Bedürfnisse langfristig nur im von der Natur vorgegebenen Rahmen umgesetzt werden; insbesondere im Hinblick auf seine persönliche, aber auch im Hinblick auf die Zukunft der nachfolgenden Generationen. Der Mensch ist jedoch in der Lage seine natürliche Umwelt effizient zu nutzen, woraus folgt, dass die

---

<sup>193</sup> Tremmel (2003): Nachhaltigkeit als politische und analytische Kategorie.

<sup>194</sup> Hauff (1987): Unsere gemeinsame Zukunft, S. 10.

<sup>195</sup> Baue (2002): Rio + 10 Series: A Brief History of the Earth Summits.

naturgegebenen Grenzen des Wachstums letztendlich eine Funktion der zur Verfügung stehenden technischen und sozialen Möglichkeiten sind.

Die Grenzen der natürlichen Umwelt werden nur dort erreicht, wo

- die technisch gestaltbare und sozial akzeptierte Tragfähigkeit der Umwelt durch zuviel Bevölkerung überschritten wird oder
- die Befriedigung der Grundbedürfnisse der Menschen nur durch die übermäßige, ineffiziente Nutzung der Natur erreicht werden kann.

Die Befriedigung der Bedürfnisse des Menschen bleibt jedoch das primäre Ziel der *sustainable development* Idee. Dass für viele Menschen die überlebensnotwendige Erfüllung der Grundbedürfnisse (Nahrung, Wasser, Kleidung, Arbeit und Wohnstätte) nicht möglich ist, liegt an der ungleichen Verteilung und Zugänglichkeit von Ressourcen und Rohstoffen sowie an fehlenden eigenen wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten. Die ungleiche Verteilung ist teilweise begründet in der falschen Allokation von Finanzmitteln (Rüstung statt Entwicklungshilfe) oder bedingt durch ungerechte internationale Handels- und Finanzbeziehungen, die die wirtschaftliche Entwicklung gewisser Regionen hemmen. Die nur gering ausgebildeten wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten wiederum resultieren aus einer hohen Schuldenlast und Abhängigkeiten im internationalen Staatengefüge. Zu diesem komplexen Problemkreis fügt sich noch die mangelnde Ausbildung der Humanressourcen, die nur durch Ausbildungsprogramme und Technologietransfer beseitigt werden kann.

Im Zusammenhang mit der Aussage von DESAI liefern diese Erläuterungen eine Grundlage für die Definition des Begriffes *Sustainability*.

*Sustainability* umfasst nicht nur die ökologische Dimension des *sustainable development* Konzeptes. *Sustainability* beinhaltet zusätzlich zu der ökologischen Dimension sämtliche gesellschaftlichen, sozialen, sozioökonomischen und entwicklungsrelevanten Aspekte, die auch das *sustainable development* Konzept beinhaltet. Denn eine Entwicklung, die aufrechterhaltbar ist, muss nicht nur ökologisch tragfähig, sondern auch gesellschaftlich akzeptiert und ökonomisch umsetzbar sein. *Sustainability* ist also kein ökologisches Konzept, sondern ein dimensionsübergreifendes.

### 3.2 Exkurs: Von *sustainable development* zu *nachhaltiger Entwicklung*

Insbesondere in der deutschen Literatur ist früh die Diskussion um die Begrifflichkeiten aufgeworfen worden. In der ersten Übersetzung des Brundtland-Berichtes wurde noch der Begriff „dauerhaft“ als Übersetzung des englischen *sustainable* verwendet. In den folgenden Jahren wurde im Deutschen jedoch zunächst der Begriff „nachhaltig“ benutzt.

Der Begriff Nachhaltigkeit ist hierbei der Forstwirtschaft entlehnt worden, wo das Prinzip der forstwirtschaftlichen Nachhaltigkeit schon im 18. Jahrhundert formuliert wurde:

*„Wenn nicht [...] alle ersinnliche Mittel angewendet werden, dass eine Gleichheit zwischen An- und Zuwachs und zwischen dem Abtrieb derer Hölzer erfolget, so [...] muss [...] Mangel entstehen [...] Wird derhalben die größte Kunst, Wissenschaft, Fleiss und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen, wie eine sothane Conservation und Anbau des Holzes anzustellen, dass es eine continuierliche, beständige und nachhaltige [Hervorhebung d. V.] Nutzung gebe; weilen es eine unentbehrlich Sache ist, ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag.“<sup>196</sup>*

Dieses Zitat stammt von dem Freiburger Berghauptmann Hanns Carl von Carlowitz aus dem Jahre 1713 und gilt als die erste lexikalisch nachweisbare Erwähnung des später im Deutschen verwendeten Begriffs „Nachhaltigkeit“.

Folgt man dem Aufsatz von SPEER<sup>197</sup>, so wurde Nachhaltigkeit „zu dem die ganze Forstwirtschaft leitenden dynamischen Faktor, man könnte auch sagen zum kategorischen Imperativ der forstlichen Produktion.“<sup>198</sup> Hierbei analysiert SPEER die Entwicklung des Verständnisses des Begriffes Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft im Laufe der Zeit. Angefangen von der Nachhaltigkeit im Sinne des „Ertragsnach-

---

<sup>196</sup> Weimann (2002): Wurzeln der Nachhaltigkeit, S.1.

<sup>197</sup> Speer (1949): Rückkehr zur Nachhaltigkeit – eine Frage der Wirtschaftsordnung, S. 529 - 534.

<sup>198</sup> Ebda., S. 529.

halts“<sup>199</sup> wie von HUNDESHAGEN wissenschaftlich formuliert, deren primärer Fokus „die Sorge vor Holznot und Haushaltsbedürfnisse der Waldbesitzer“<sup>200</sup> war, über die Ausweitung des Begriffes Nachhaltigkeit, wie von WAGNER formuliert, indem die „stetige Beschickung des Marktes, stetiger Betriebsgang, gemeinwirtschaftliche Notwendigkeit einer alljährlichen Lieferung der Waldprodukte, privatwirtschaftliche Haushaltsbedürfnisse aller größeren Waldbesitzer“<sup>201</sup> im Gleichklang mit den biologischen Gesetzen als Aspekte mit hinein genommen wurden, bis hin zur Forderung DIETRICHS „nach langfristiger Wirtschaftssicherung“<sup>202</sup> als zentralen Aspekt der Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft.

Diese Entwicklung des Verständnisses von Nachhaltigkeit zeichnet sich dadurch aus, dass im Laufe der Zeit die Deutung von der Ertragsperspektive hin zur kombinierten Aufwands- und Ertragsperspektive verändert wurde. Die Nachhaltigkeit eines Forstbetriebes wurde nicht mehr nur aus Erzeugersicht betrachtet, sondern die Forderung gestellt, die Produktivität des Waldes an die gesamtwirtschaftlichen Bedürfnisse, die im Laufe der Zeit zunehmen, anzupassen. Zusammenfassend stellt SPEER dann auch fest:

*„Die Nachhaltigkeit als forstwirtschaftliches Leitprinzip ist begründet durch biologische Gesetze, sie kommt der technischen Zweckmäßigkeit zustatten, sie ist eine wirtschaftliche Notwendigkeit gegenüber der Zukunft. Es kann deshalb als gesicherte Erkenntnis gebucht werden, dass Nachhaltigkeit auf lange Sicht stets das leitende Prinzip der langfristig produzierenden Forstwirtschaft sein muß [sic]. Ihre höchste Stufe erreicht sie, wenn sie eine mit der Zunahme der Bedürfnisse zunehmende Leistung von Erzeugnissen und Einkünften gewährleistet [...]“<sup>203</sup>*

---

<sup>199</sup> Ebda.

<sup>200</sup> Ebda.

<sup>201</sup> Ebda., S. 530.

<sup>202</sup> Ebda.

<sup>203</sup> Ebda.

Als Antithese zu der nachhaltigen Forstwirtschaft definiert SPEER „das einfältige Wort von der ‚Bedarfsdeckungswirtschaft‘“<sup>204</sup>. Die Bedarfsdeckungswirtschaft beschreibt er als den „kontrollierten Rückfall in die Abbauwirtschaft früherer Jahrhunderte“<sup>205</sup> und gar als „Raubbau“<sup>206</sup>, die das Kapital, das frühere Generationen aufgebaut hatten, nur verteilt und somit nur die kurzfristigen Interessen der Gegenwart berücksichtigt, indem Anleihen an die Zukunft gemacht werden. Im Gegensatz hierzu ist Nachhaltigkeit „also zugleich eine volkswirtschaftliche und soziale Forderung“<sup>207</sup>.

Folgt man HÖLTERMANN<sup>208</sup>, so ist der forstliche Nachhaltigkeitsbegriff jedoch zunächst nur auf den intergenerationellen Aspekt beschränkt. Gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen für die heutige und zukünftige Gesellschaft, sind nicht enthalten.

Vor diesem Hintergrund sind in der deutschen Sprache neben der ursprünglichen Übersetzung des Kommissionsmitglieds HAUFF „dauerhaft“ und „nachhaltig“ auch weitere Übersetzungen in der Literatur in Verwendung, wie

- dauerhaft umweltgerechte Entwicklung,
- umweltgerechte Entwicklung,
- ökologisch-dauerhafte Entwicklung,
- zukunftsverträgliche Entwicklung,
- nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung oder
- zukunftsfähige Entwicklung.

Diese unterschiedlichen Übersetzungen spiegeln auch die verschiedenen Definitionen und Interpretationen der diversen Autoren und Institutionen wider.

---

<sup>204</sup> Ebd., S. 531

<sup>205</sup> Ebda.

<sup>206</sup> Ebd., S. 532

<sup>207</sup> Ebda., S. 533

<sup>208</sup> Hötermann et al. (2001): Forstliche Nachhaltigkeit.

Wie jedoch im vorangegangenen Abschnitt dargestellt, ist bei der Nutzung des Begriffes *sustainability* zu berücksichtigen, dass im Sinne der ursprünglichen Definition nicht nur ökologische, sondern auch soziale, ökonomische und entwicklungsrelevante sowie intergenerationelle und intragenerationelle Aspekte gemeint sind. Insofern betonen die aufgeführten Übersetzungen durchaus Teilaspekte des Begriffsinhalts des *sustainability*-Konzeptes. Es ist jedoch zu bezweifeln, dass es mit einem oder zwei Begriffen möglich ist, das gesamte Begriffsinhaltsspektrum im Deutschen wiederzugeben. Im Rahmen dieser Arbeit wird der deutsche Begriff ‚Nachhaltigkeit‘ denn auch als *terminus technicus* verstanden und benutzt und nicht als ökologisch-forstwirtschaftlich geprägter Begriff.

### 3.3 Dimensionen der Nachhaltigkeit

Trotz der expliziten Definition in den Deklarationen von Rio und Johannesburg, besteht in der „Nachhaltigkeitswissenschaft“ immer noch ein Disput über die Art und Anzahl der Dimensionen, die mit dem Nachhaltigkeits-Konzept erfasst werden (sollen). Bereits in der Agenda 21 werden die drei Säulen der Nachhaltigkeit zu Grunde gelegt. Der erste Abschnitt der Agenda behandelt Maßnahmen und Ziele, die sich auf die soziale und ökonomische Dimension beziehen. Der zweite Abschnitt beschreibt Maßnahmen und Ziele in der ökologischen Dimension. Diese drei Dimensionen werden beispielsweise in Kapitel 8 des ersten Abschnitts zusammengeführt. In Bezug auf Entscheidungsfindungsprozesse, unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten, heißt es dort:

*„Jedes Land wird nach Maßgabe seiner eigenen Pläne, Politiken und Programme eigene Prioritäten für die nachfolgend genannten Maßnahmen festlegen:*

*a) die Gewährleistung der Integration wirtschaftlicher, sozialer und umweltbezogener Gesichtspunkte in der Entscheidungsfindung auf allen Ebenen und in allen Ressorts [...]“<sup>209</sup>*

---

<sup>209</sup> UNCED (1992b): Agenda 21, S. 67.

Auch die nachfolgende Konferenz im Jahr 2002 in Johannesburg greift explizit die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit auf. In der Johannesburg-Deklaration zu Nachhaltiger Entwicklung werden die drei „Säulen“ der Nachhaltigkeit wie folgt aufgeführt:

*„Accordingly, we assume a collective responsibility to advance and strengthen the interdependent and mutually reinforcing pillars of sustainable development – economic development, social development and environmental protection – at the local, national, regional and global levels.“<sup>210</sup>*

Im Unterschied zu diesen drei Dimensionen entstand bereits im Jahre 1995 in der auf der Rio-Konferenz gegründeten UN-Kommission für Nachhaltige Entwicklung („Committee on Sustainable Development“, CSD) ein vierdimensionaler Ansatz. Hier wurde den drei Säulen „Ökologie“, „Ökonomie“ und „Soziales“ noch die vierte Säule „Institutionen“ hinzugefügt.<sup>211</sup> Dieser Ansatz wurde in den Folgejahren von verschiedenen internationalen, nationalen und regionalen Institutionen übernommen (beispielsweise Eurostat<sup>212</sup>, Hermann-von-Helmholz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren<sup>213</sup>, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten<sup>214</sup>, Department of the Environment, Transport and the Regions<sup>215</sup>). Die CSD verfolgt diesen Ansatz jedoch seit dem Jahr 2007 nicht mehr.<sup>216</sup>

Die Unterscheidung von einzelnen Dimensionen der Nachhaltigkeit ist ein erster Schritt zur Operationalisierung des Nachhaltigkeits-Paradigmas. Ursprünglich bilden die „Säulen“ der Nachhaltigkeit den jahrzehntelangen Disput zwischen Entwicklungspolitik und Umweltpolitik, wie in Kapitel 2 dargestellt, ab. Durch die explizite Unterteilung des Nachhaltigkeitskonzeptes in die drei Kategorien, wie in Rio oder Johannesburg geschehen, konnten die Interessen der unterschiedlichen

---

<sup>210</sup> WSSD (2002): Report of the World Summit on Sustainable Development, S. 1.

<sup>211</sup> Vgl. allgemein: CSD (2001): Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies.

<sup>212</sup> Vgl. allgemein: Eurostat (1997): Indicators of Sustainable Development.

<sup>213</sup> Vgl. allgemein: Jörrisen (1999): Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung.

<sup>214</sup> Vgl. allgemein: Diefenbacher (2000): Leitfaden Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21.

<sup>215</sup> Vgl. allgemein: DETR (1999): A Better Quality for Life.

<sup>216</sup> Vgl. CSD (2007): Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies.

Akteursgruppen (Entwicklungsländer, Umweltschützer und Industrieländer/Wirtschaft) berücksichtigt werden und so ein politischer Konsens für globale Politiken und Strategien erzielt werden.<sup>217</sup>

Mit der Implementierung der Agenda 21 auf der Rio-Konferenz wandelten sich die Dimensionen von eher politisch motivierten Formulierungen zu Klassifikationsmerkmalen bei der Formulierung von Zielen zur Erreichung der Nachhaltigkeit.

### **3.4 Operationalisierung der Nachhaltigkeit: Indikatoren**

Durch die Formulierung eines konkreten Maßnahmenkataloges in der Agenda 21 ergab sich die Notwendigkeit, die Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen zu überwachen und die Zielerreichung zu beurteilen. In Konsequenz dieser Notwendigkeit enthält Kapitel 40.6 der Agenda 21 die Aufforderung, Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung zu bilden. Obwohl die Interdependenzen der einzelnen Dimensionen anerkannt wurden, basierten die ersten Ansätze bei der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren auf Kennzahlen, die sich auf jeweils eine der Dimensionen bezogen. In diesem Zusammenhang wurde unter einem Indikator eine quantitative oder qualitative Messgröße verstanden, die gemessen oder beschrieben und über die Zeit beobachtet werden kann und welche darüber hinaus fähig ist, den gegenwärtigen Zustand und Änderungen aufzuzeigen.

Aus der bereits seit den frühen 1950er Jahren betriebenen Umweltforschung waren Umweltkennzahlen bekannt und in Nutzung. Auch für die ökonomische Dimension existierten Kennzahlen, die auf volkswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Ebene seit Jahrzehnten eingesetzt wurden. Im Bereich der sozialen Dimension waren für gewisse Teilaspekte ebenfalls jahrelang genutzte Kennzahlen verfügbar. Im Rahmen eines integrativen ganzheitlichen Ansatzes mussten jedoch Indikatoren definiert werden, die eine Beurteilung der Nachhaltigkeit getroffener Maßnahmen ermöglichen. Um eine ganzheitliche Beurteilung der Nachhaltigkeit einfach durchzuführen, wurden also hochaggregierte Indikatoren benötigt, die die innerhalb eines zu

---

<sup>217</sup> Analysiert man den entstehenden Nachhaltigkeitsbegriff im Hinblick auf die Anzahl der zu Grunde gelegten Dimensionen beispielsweise im Jahre 1972 bei der Stockholm-Konferenz, so wird dort ein zweidimensionaler Ansatz vertreten. Die Dimensionen sind die von den Entwicklungsländern eingeforderten (sozio-)ökonomischen Aspekte sowie die von den Industrieländern propagierten ökologischen Belange.

definierenden Referenzsystems identifizierten relevanten Kriterien in sich vereinigen.

Insofern konstatiert die Agenda 21 auch unter der Überschrift „Schließung der Datenlücke“:

*„Wie aus den verschiedenen sektoralen Kapiteln der Agenda 21 hervorgeht, sind bereits beträchtliche Datenbestände vorhanden, doch müssen auf lokaler, Provinz-, nationaler und internationaler Ebene mehr und verschiedenartige Daten gesammelt werden, aus denen der derzeitige Wert und der Entwicklungstrend der Variablen im Zusammenhang mit den Ökosystemen, den natürlichen Ressourcen, der Verschmutzung und den sozioökonomischen Bedingungen auf der Erde hervorgeht. Die Kluft zwischen entwickelten Ländern und Entwicklungsländern, was die Verfügbarkeit, Qualität, Kohärenz, Standardisierung und Zugänglichkeit von Daten angeht, wird immer größer und beeinträchtigt die Kapazität der Länder, fundierte Entscheidungen im Bereich Umwelt und Entwicklung zu treffen, schwerwiegend.“<sup>218</sup>*

Die Agenda 21 formulierte die Notwendigkeit zur Bildung von Nachhaltigkeitsindikatoren anschließend wie folgt:

*„Allgemein gebräuchliche Indikatoren wie etwa das Bruttosozialprodukt (BSP) und Messwerte für einzelne Ressourcen- oder Schadstoffströme geben nicht genügend Aufschluss über Nachhaltigkeit. Methoden zur Bewertung der Wechselwirkungen zwischen verschiedenen sektoralen Umwelt-, Bevölkerungs-, Sozial- und Entwicklungsparametern sind nicht genügend weit entwickelt oder werden nicht hinlänglich angewandt. Es müssen Indikatoren für nachhaltige Entwicklung erarbeitet werden, um eine solide Grundlage für die Entscheidungsfindung auf allen Ebenen zu schaffen und zu einer selbstregulierenden Nachhaltigkeit integrierter Umwelt- und Entwicklungssysteme beizutragen.“<sup>219</sup>*

Die Bildung solcher Indikatoren sollte jedoch zunächst nur auf nationaler oder internationaler Ebene erfolgen, wobei „[...]“ Länder auf nationaler Ebene und

---

<sup>218</sup> UNCED (1992b): Agenda 21, S. 354.

<sup>219</sup> Ebda.

internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen auf internationaler Ebene [...] das Konzept der Indikatoren für nachhaltige Entwicklung ausarbeiten [sollten], um solche Indikatoren zu bestimmen.“<sup>220</sup>

### 3.5 Nachhaltigkeit und Bergbau

Wie alle übrigen Wirtschaftssektoren sieht sich auch der Bergbausektor einer Anzahl von Initiativen und Akteuren ausgesetzt, die der Aufforderung der Agenda 21 nachkamen und Nachhaltigkeitsindikatoren formulierten, die nicht nur Beurteilungen der Situation auf nationaler, volkswirtschaftlicher, sondern auch auf wirtschaftssektoraler Ebene mittels Indikatoren durchführten. Der Bergbau befindet sich hierbei an einer sehr exponierten Position, die sich aus den Eigenarten dieses Sektors ergeben.

Bergbau ist Urproduktion. Qua definitione ist es Ziel und Aufgabe des Bergbaus, mineralische Rohstoffe aus der Erde zu gewinnen und aufzubereiten. Insofern ist der Eingriff in die Natur – wenngleich temporär – Bestandteil des Produktionsprozesses. Schon mit Beginn der Umweltdebatte in den 1950er Jahren war die Rohstoffbranche ständiger Kritik insbesondere aus dem Umweltschutzlager ausgesetzt. Zahlreiche Umweltauswirkungen wie Wasserverschmutzung durch Schwermetalle, Staubbelastung, die Flächeninanspruchnahme durch die Gewinnung und Aufbereitung sowie für die Entsorgung des Abraums und der Aufbereitungsabgänge und häufige Interessen- und Nutzungskonflikte zwischen lokaler Bevölkerung und den Bergbauunternehmen bildeten den Anlass für die fortwährende Kritik an dem Sektor.

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsdebatte gesellte sich zu diesen eher umwelt- und gesellschaftsspezifischen Problemen nun zudem die grundsätzliche Frage nach der Richtigkeit der Nutzung von nicht-erneuerbaren Rohstoffen. In diesem Zusammenhang wurde zunächst aus volkswirtschaftlicher Perspektive eine kapitalbasierte Nachhaltigkeitsdiskussion angestoßen, die im folgenden Kapitel kurz skizziert werden soll und die Grundlage für die Konzepte der *starken* und *schwachen* Nachhaltigkeit liefert.

---

<sup>220</sup> Ebda., S. 355.

### 3.5.1 Die Kapitalmodelle: starke und schwache Nachhaltigkeit

Die Kapitalmodelle haben ihren Ursprung in der Ökonomik. Die Umweltdebatte seit Beginn des frühen zwanzigsten Jahrhunderts führte in dieser Fachwissenschaft zu einer zunehmenden Kritik an den neoklassischen Ökonomiemodellen. Parallel zur vorherrschenden Neoklassik bildete sich die Umweltökonomie oder ökologische Ökonomik als Fachdisziplin heraus. Die ökologische Ökonomik postuliert die Unvereinbarkeit des neoklassischen Welt- und Erklärungsmodells mit dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung. Die Neoklassik basiert ihre Theorie auf der „Annahme einer problemlosen Preisbewertung und Substitution aller Güter“<sup>221</sup>. Des Weiteren setzt die Neoklassik die Maximierung der individuellen Bedürfnisbefriedigung voraus, so dass soziale Fragestellungen (künftige Generationen) oder ökologische Belange (nicht substituierbare oder bewertbare Umweltgüter) kaum berücksichtigt werden können. Im Rahmen der neoklassischen Theorie wird Nachhaltigkeit als gesichert angesehen, wenn „ein monetär bewerteter Pro-Kopf-Kapitalstock gewährleistet ist, der im Zeitablauf nicht sinkt“<sup>222</sup>.

Die ökologische Ökonomik stellt dem homo oeconomicus der Neoklassik, der die eigene Nutzenmaximierung als zentralen Aspekt seiner Handlungen definiert, ein Menschenbild gegenüber, in dem der Mensch auch ethisch-moralische Verpflichtungen gegenüber seiner Umwelt und zukünftigen Generationen berücksichtigt. Des Weiteren dient als Ausgangspunkt

*„die Vorstellung der koevolutionären Entwicklung des Menschen mit der ihn umgebenden Natur. Angesichts dieses Zusammenhangs wird als Handlungsleitlinie eine Verringerung der Inanspruchnahme (,throuput‘) [Anm. d. V.: siehe BOULDING) der Natur im Wirtschaftsprozess vorgeschlagen, damit die Natur als Gesamtsystem erhalten bleibt. Diese Verhaltensweise ist angeraten, um die Gefahr negativer Rückwirkungen des Ökosystems auf anthropogene Eingriffe zu minimieren.“<sup>223</sup>.*

---

<sup>221</sup> Holstein (2003): Nachhaltigkeit und neoklassische Ökonomik, S. 65.

<sup>222</sup> Ebda., S. 69.

<sup>223</sup> Ebda., S. 77.

Insbesondere im Hinblick auf die nicht-erneuerbaren Rohstoffe postuliert die ökologische Ökonomik die Notwendigkeit, dass deren Verbrauch „so langsam wie möglich geschehen [muss], damit auch viele künftige Generationen noch vom endlichen Ressourcenvorrat zehren können“<sup>224</sup>.

Beide Ansätze legen so genannte Kapitalbestände („capital stocks“) in den unterschiedlichen Dimensionen zu Grunde. Unterschieden wird hierbei das Naturkapital von der Gruppe des Human-, Gesellschafts- und Sachkapitals.

Grundlegender Konsens zwischen der Neoklassik und der ökologischen Ökonomie besteht darüber, dass der Gesamtkapitalstock zumindest nicht abnehmen darf.

Die Neoklassik erlaubt jedoch in ihrem Modell die Substitution von Naturkapital durch andere Kapitalarten im Rahmen von Wirtschaftsprozessen. Diese Interpretation wird als *schwache* Nachhaltigkeit bezeichnet.

Die ökologische Ökonomik hingegen plädiert für einen möglichst umfassenden Erhalt des Naturkapitals. Zwar wird im Rahmen dieser Theorie anerkannt, dass „ein vollständiges Nichtantasten der Natur durch den Menschen nicht diskutiert werden“<sup>225</sup> kann, da „die Aktivität des Menschen immer mit Eingriffen in seine Umwelt verbunden ist“<sup>226</sup>; jedoch sollen die Eingriffe des Menschen in die Natur minimiert werden, sowohl, um die Natur als solche zu schützen, wie auch im Hinblick auf die Bedürfnisse zukünftiger Generationen. Die Nutzenmaximierung der heutigen Generation darf nicht auf Kosten der zukünftigen Generationen geschehen, deren Bedürfnisse gegenwärtig nicht abzusehen sind. Insofern ist das Vorsorgeprinzip anzuwenden, das besagt, dass die komplexen Zusammenhänge in der Natur nur schlecht zu erfassen sind und deshalb im Zweifel Eingriffe zu unterlassen sind. Die Unsicherheit in Bezug auf die Auswirkungen von menschlichen Aktivitäten in der Natur führt somit zur Infragestellung der vollständigen Substituierbarkeit gewisser natürlicher Funktionen. Diese Interpretation wird als *starke* Nachhaltigkeit bezeichnet und stimmt mit der Interpretation der komplexen Wirkungszusammenhänge zwischen Mensch und Natur

---

<sup>224</sup> Ebda., S. 78.

<sup>225</sup> Ebda., S. 77.

<sup>226</sup> Ebda.

und des daraus resultierenden Vorsorgeprinzips im Sinne der Brundtland-Kommission überein.

### 3.5.2 Akteure in der Rohstoffindustrie

Im Hinblick auf diese Entwicklungen (Beurteilung der Aktivitäten durch Indikatoren sowie die Forderung nach Minimierung von Eingriffen) stellt der WBCSD im Jahr 2002 fest:

*„Companies are under increasing pressure from key stakeholders to be transparent about their values, principles and performance as regards sustainable development.“<sup>227</sup>*

Insofern ergibt sich auch Sicht der Wirtschaft die Notwendigkeit, sich mit Beurteilungssystemen und Indikatoren zu befassen. Seit Rio und der Agenda 21 haben zunehmend mehr Akteure unterschiedlichster gesellschaftlicher Gruppen auch den Bergbau im Hinblick auf die Nachhaltigkeit analysiert.

Aus Sicht der Rohstoffindustrie lassen sich vier Akteursgruppen unterscheiden:

- direkte interne Interessensgruppen (z.B. Unternehmensführung, Mitarbeiter)
- indirekte interne Interessensgruppen (z.B. Anteilseigner, Finanzinstitute wie Banken und Versicherungen einschließlich multinationaler Kreditinstitute wie die Weltbank-Gruppe, European Bank of Reconstruction and Development)
- direkte externe Interessensgruppen (z.B. Staat, Verwaltung und Behörden, Versorger, Subunternehmer und Kunden, lokale Bevölkerung)
- indirekte externe Interessensgruppen (z.B. internationale Nicht-Regierungsorganisationen (NROs), internationale Regierungsorganisationen, Forschungs- und Entwicklungsinstitute)

Naturgemäß sind die Interessen dieser Gruppen unterschiedlicher, teilweise sogar konträrer Art. Anteilseigner sind zum Beispiel an Wettbewerbsfähigkeit, Innovation und Gewinn interessiert, der Staat möchte neben diesen Aspekten auch Auskünfte

---

<sup>227</sup> WBCSD (2002): Sustainable development reporting, S. 1.

erhalten zu Arbeitsbedingungen, zu der Einhaltung von Menschenrechten und anderen Gesetzen und ist an Steuereinnahmen interessiert, während die lokale Bevölkerung an Arbeitsplätzen oder an Auswirkungen auf ihre natürliche und soziale Umgebung interessiert ist. Die Herausforderung bei der Umsetzung des Leitbildes liegt damit auch in einer adäquaten Integration der Interessen dieser Gruppen.

### 3.5.2.1 Industriegeführte Initiativen

Spätestens seit der Verabschiedung der Agenda 21 in Rio und der daraus resultierenden Diskussion in der Öffentlichkeit hat die Rohstoffindustrie erkannt, dass sie selbst aktiv an dieser Debatte partizipieren muss. Die wichtigsten internationalen Initiativen, an denen die Rohstoffindustrie beteiligt ist, sowie weitere wirtschaftliche oder politische Akteure auf internationaler Ebene sind in den nachfolgenden Abschnitten aufgeführt.

#### 3.5.2.1.1 World Business Council of Sustainable Development

Das World Business Council of Sustainable Development (WBCSD) mit Sitz in Genf ist ein Zusammenschluss von 160 internationalen Unternehmen aus 30 Ländern und 20 der wichtigsten Industriesektoren. Eines ihrer wichtigsten Ziele ist die Teilnahme an politischen Meinungsbildungsprozessen, um so den wirtschaftlichen Rahmen zu schaffen für einen effektiven Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung und den Austausch von bestmöglichen Techniken fördern. Von Mitgliedern der WBCSD sind verschiedene Initiativen gestartet worden.

#### 3.5.2.1.2 Global Mining Initiative

Ende 1998 haben sich die Mitglieder der WBCSD-Arbeitsgruppe „Mining and Minerals“ (Anglo American, BHP Billiton, Codelco, Newmont, Noranda, Phelps Dodge, Placer Dome, Rio Tinto und WMC) auf Zeit zur Global Mining Initiative (GMI) zusammengeschlossen. Ziel der GMI war es, sich den Herausforderungen, die sich aus der Umsetzung der Nachhaltigen Entwicklung ergeben, zu stellen. Folgende Themen wurden von ihnen als wichtig erachtet: Zugang zu Land und Ressourcen, Exploration, Rohstoffprojekte und ihr Beitrag zur sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung,

Verantwortung für Ressourcen wie Wasser und Biodiversität, Energieverbrauch, Umgang mit Abfällen, soziale und ökologische Aspekte der Schließung von Bergwerken, primäre Aufbereitung und Weiterverarbeitung, Rohstoffhandel sowie Verwendung, Verbrauch, Recycling und Entsorgung dieser Materialien. Die GMI wurde im Jahr 2002 beendet.

### **3.5.2.1.3 Mining, Minerals and Sustainable Development**

Die GMI Gruppe bat 1999 den World Business Council of Sustainable Development, für sie die Rolle der Rohstoffgewinnung im Kontext der nachhaltigen Entwicklung zu analysieren. Hieraus entstand das Projekt „Mining, Minerals and Sustainable Development“ (MMSD) mit einer Laufzeit von zwei Jahren. Neben den GMI-Mitgliedern wurde es von weiteren Rohstoffkonzernen wie Norsk Hydro, Alcan, Alcoa, Anglovaal, Barrick Gold, Cominco, De Beers, Freeport McMoRan, Gold Fields, Lonmin, MIM Holdings, Mitsubishi, Mitsui, Normandy, Pasminco, Somincor, Sumitomo, Teck, Sibirsky und Nippon Mining and Metals unterstützt. Ferner waren einige Regierungen, internationale Organisationen, wie IUCN, UNEP und die Weltbank-Gruppe eingebunden.

Das International Institute for Environment and Development (IIED) wurde mit der Durchführung des Projektes auf globaler Ebene und mit der Koordination der regionalen Aktivitäten beauftragt. Das Institut überwachte weltweit rund 150 Forschungsergebnisse, richtete 25 Workshops mit Vertretern der verschiedenen Interessensgruppen und der Industrie aus und organisierte vier regionale Prozesse in Australien, Nordamerika, Südamerika und im südlichen Afrika.

Das ausdrückliche Ziel des Projektes ist der Aufbau von Partnerschaften innerhalb der Industrie sowie zwischen der Industrie und anderen Partnern, die nicht dem Rohstoffsektor gehören, insbesondere in den Regionen, in denen die Rohstoffgewinnung eine wichtige Rolle spielt (Australien, Nordamerika, Südamerika und Südliches Afrika). In Südasien, Russland, China und Europa sind lediglich Studien durchgeführt worden unter Einbezug von regionalen Experten.

Im Projekt wurden die Branche, die Volkswirtschaft und politische Rahmenbedingungen für den Sektor untersucht. Das IIED legte einen Schwerpunkt auf die Bedeutung der Rohstoffindustrie für die Entwicklungsländer. Ein wesentlicher Untersuchungs-

punkt war auch die Frage, wie diese Volkswirtschaften ihre Ressourcen nutzen können, um die Armut besser zu verringern. Ferner befasste es sich mit den Bedenken der vom Abbau betroffenen Bevölkerungsgruppen, und wie ihre Rechte gesichert werden können. Einige NROs sahen in dem Projekt einen industriegetriebenen Prozess und kritisieren die Auswahl der beteiligten Wissenschaftler, da diese als Berater für die Industrie arbeiten und somit von den NROs nicht als unabhängig angesehen wurden.

Im Mai 2002 hat das IIED den Abschlußbericht „Breaking New Ground“ veröffentlicht. Der Bericht gibt eine Reihe von Empfehlungen für alle Beteiligten: Regierungen, internationale Institutionen, NROs, indigene Bevölkerung, Arbeiter und Unternehmen.

#### **3.5.2.1.4 International Council of Mining and Metallurgy**

Das International Council of Mining and Metallurgy (ICMM) mit Sitz in London ist ein weiteres Ergebnis der GMI. Der Rat wurde 2001 gegründet, um die Rohstoffindustrie besser nach außen zu vertreten. Die Organisation setzt sich zurzeit zusammen aus zahlreichen Industrieunternehmen (Alcoa, AngloGold, Freeport McMoRan, Newmont Mining, Noranda, Placer Dome, Sumitomo Metal Mining, WMC, Anglo American, BHP Billiton, Mitsubishi Materials Corporation, Nippon Mining and Metals, Pasminco, Rio Tinto und Umicore) sowie aus internationalen Wirtschaftsvereinigungen. Darunter sind Euromines, Eurometaux, Industrial Minerals Association, International Copper Association, World Coal Institute.

ICMM will die Industrie repräsentieren und sie auf ihrem Weg zur Nachhaltigen Entwicklung unterstützen. Ein weiteres Ziel vom ICMM ist weltweit beste Praktiken und Leistungsstandards innerhalb der Industrie zu bestimmen und voranzutreiben. So kooperiert ICMM und IUCN und anderen Naturschutzorganisationen in zahlreichen Projekten und publiziert Leitfäden für den Bereich Bergbau und Nachhaltigkeit.

#### **3.5.2.1.5 WBCSD Working Group Cement**

Analog der Arbeitsgruppe „Mining and Metals“ innerhalb der WBCSD haben auch die Mitglieder der Arbeitsgruppe Zement (Heidelberg Zement, LaFarge, Holcim, Italcementi, Cemex, Cimpor, RMC, Siam Cement, Taiheiyo Cement und Votorantim) den Beitrag ihrer Branche zu einer nachhaltigen Entwicklung untersuchen lassen. Die Ar-

beitsgruppe betraute das Battelle Memorial Institute mit der Durchführung des zweijährigen Projektes. Acht verschiedene Kernthemen wurden von der Industrie und Battelle identifiziert. Insgesamt wurden 13 verschiedene Studien angefertigt. In einer werden Indikatoren für die Zementindustrie vorgeschlagen.

#### **3.5.2.1.6 European Aluminium Association**

Auch die europäische Aluminiumindustrie hat sich dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung verpflichtet. Im Herbst 1998 riefen seinerzeit die sieben größten Aluminiumproduzenten Europas (Alcan, Alcoa, Algroup, Alusuisse, Corus, Hydro Aluminium, Pechiney und VAW Aluminium) die Initiative „Aluminium for Future Generations“ ins Leben. Dabei handelt es sich um einen pan-europäischen Konsultationsprozess zwischen der Industrie und verschiedenen externen Interessensgruppen, Regierungsvertretern und Politikern. Als Ergebnis hat die Industrie einen Bericht veröffentlicht.

#### **3.5.2.2 Multinationale Initiativen**

International wird das Thema von verschiedenen politischen Organisationen behandelt. Einer der wichtigsten politischen Akteure sind die Vereinten Nationen (UNO) mit ihren verschiedenen Organisationen.

Die UN Commission on Sustainable Development (UN CSD) wurde, wie bereits dargestellt, im Dezember 1992 als eine von neun funktionalen Kommissionen der UN Economic and Social Council (ECOSOC) gegründet, um eine effektive Fortsetzung der UN Konferenz zu Umwelt und Entwicklung in Rio sicherzustellen. Eine ihrer Hauptaufgaben ist die Ausarbeitung eines praktikablen und allgemein akzeptierten Ordnungsrahmens sowie die Entwicklung eines Sets von Nachhaltigkeitsindikatoren auf Makroebene. Die Indikatoren sollen landesspezifischen Bedingungen gerecht werden und den Fortschritt bei der Umsetzung der Nachhaltigen Entwicklung auf nationaler Ebene überwachen helfen.

Das UN Umweltschutzprogramm UNEP wurde 1972 in Stockholm gegründet. Das Ziel der UNEP ist es, Partnerschaften im Umweltsektor zu stärken, über Umweltauswirkungen zu informieren und es den Staaten und Menschen zu ermöglichen, ihre Lebensqualität zu verbessern, ohne zukünftige Generationen zu beeinträchtigen. Ein

Schwerpunkt bilden Umweltauswirkungen des Bergbaus und Maßnahmen zu ihrer Minimierung. Beispielsweise veröffentlicht UNEP mit verschiedenen Partnern regelmäßig Bücher zu verschiedenen Themen, organisiert Workshops oder stellt Trainingsmaterial bereit:

- Risiken und Management von Tailings
- Umweltaspekte des Phosphat- und Kaliabbaus
- Umweltaspekte von ausgewählten NE-Metallen
- Umgang mit Zyaniden
- Monitoring von Industrieemissionen und Abfällen
- Umweltauswirkungen durch die Liberalisierung des Handels
- Bewusstseinsbildung in Bezug auf Unfallursachen und entsprechende Vorbeugung von Unfällen auf lokaler Ebene (APELL Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level)
- Altbergbau
- Finanzinstitutionen und ihr Beitrag zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft

Zur Vorbereitung des World Summit in Johannesburg hat die Organisation gemeinsam mit Industrieverbänden insgesamt 22 Sektorberichte erstellt. Unter anderem haben sie über die folgenden vier Rohstoffbranchen und ihrem jeweiligen Beitrag zu einer Nachhaltigen Entwicklung berichtet: Öl und Gas, Kohle, Aluminium sowie Eisen und Stahl.

Die United Nations Conference on Trade and Development wurde 1964 gegründet. Ihr Ziel ist eine bessere Integration der Entwicklungsländer in die Weltwirtschaft. Diese Organisation befasst sich daher schwerpunktmäßig mit der ganzheitlichen Behandlung von Handel und Entwicklung einschließlich der Wechselwirkungen auf den Gebieten Finanzierung, Technologie, Investition und nachhaltige Entwicklung. Darüber hinaus führt sie Projekte der technischen Zusammenarbeit durch. So befasst sich beispielsweise die Rohstoffabteilung mit der Rolle der mineralischen Rohstoffindustrie in den Entwicklungsländern. Gemeinsam mit dem UNEP betreibt es auch das Mineral Resources Forum.

Die Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) will verantwortungsvolle Geschäftspraktiken stärken, Beziehungen zwischen Regierungen und multinationalen Unternehmen festigen und den Beitrag dieser Unternehmen zu einer nachhaltigen Entwicklung verbessern. Diese Regeln sind aktuell ein zusammenfassender Code of Conduct. Sie sind Teil eines OECD-Instruments, das versucht, die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und der Gesellschaft zu verbessern, indem Rechte und Verantwortlichkeiten zwischen Regierungen und Unternehmen bei internationalen Geschäften geklärt werden. Einen wesentlichen Schwerpunkt ihrer Arbeit bildet der Bereich „Nachhaltige Entwicklung“. So hat unter anderem die Statistische Abteilung der OECD in einem Arbeitspapier einen Überblick über Nachhaltigkeitsindikatoren in den Mitgliedsländern erstellt.

Nach Abschluss des World Summit on Sustainable Development 2002 in Johannesburg schlossen sich 38 Nationen zu der Initiative “Global Dialogue of Governments on Mining, Metals and Sustainable Development” als Typ II Partnerschaftsinitiative zusammen vor dem Hintergrund, dass es international noch kein solches Forum für den Rohstoffsektor gibt. Diese Initiative will ein hochrangiges, regierungsübergreifendes Politikforum gleich gesinnter Regierungen bilden, die ein Interesse am nicht-energetischen Rohstoffsektor haben. Ferner möchte die Initiative die nationalen Regierungen ermutigen, eine effektivere und weltweit führende Rolle bei der Entwicklung von Politikansätzen zu übernehmen, um den Beitrag der Rohstoffindustrie zu einer nachhaltigen Entwicklung, der in ihrem Verantwortungsbereich liegt, zu verbessern.

Die EU hat sich ebenfalls dem Leitbild „Nachhaltige Entwicklung“ verschrieben. Bezogen auf die Rohstoffindustrie veröffentlichte die Europäische Kommission 2000 ein entsprechendes Papier. Die Generaldirektion „Enterprise“, die auch für die Rohstoffindustrie zuständig ist, richtete im Sommer 2000 die Arbeitsgruppe „Sustainable Development Indicators in the Non-Energy Extractive Industry“ ein. Die Arbeitsgruppe setzt sich aus Mitarbeitern der Generaldirektion, Vertretern der Mitgliedsstaaten und Vertretern der europäischen Wirtschaftsverbände (IMA Europe, UEPG, Bundesverband der deutschen Kies- und Sandindustrie, EUROROC, EUROMINES, EUROGYPSUM, EUROLIME, etc.), einem Vertreter von EUROGEOSURVEY sowie aus der Forschung (RWTH Aachen) zusammen. Ziel der Initiative ist es, den Fortschritt der Rohstoffindustrie auf ihrem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung

aufzuzeigen. Ende 2005 hat die EU Generaldirektion „Umwelt“ ein Strategiepapier veröffentlicht, in dem es die langfristige thematische Strategie für die Rohstoffindustrie vorstellt. Darüber hinaus hat die Kommission in den letzten Jahren verschiedene Richtlinien mit überwiegend umweltschutzbezogenen Schwerpunkten erlassen, die für die Rohstoffindustrie relevant sind:

- FFH Richtlinie
- Wasserrahmen-Richtlinie
- Luftqualitätsrichtlinie
- Richtlinie über bergbauliche Abfälle
- Richtlinie über Umweltverträglichkeitsprüfung
- Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
- Richtlinie über die strategische Umweltprüfung (EMAS)
- Seveso-II-Richtlinie

### 3.5.2.3 Finanzinstitutionen im Rohstoffsektor

Aufgrund der überwiegend langen Laufzeit von Bergbauprojekten und des meist hohen Kapitalbedarfs ist die Finanzierung ein wesentlicher Faktor für ein solches Projekt. Als Finanzier kommen verschiedene Institutionen in Frage. Die wichtigsten Organisationen werden im Folgenden kurz vorgestellt.

#### 3.5.2.3.1 Weltbank Gruppe

Die Weltbank Gruppe setzt sich zusammen aus fünf, eng miteinander assoziierten Institutionen, die alle im Besitz der Mitgliedsstaaten sind. Jede dieser Institutionen spielt eine wichtige Rolle bei dem Ziel der Weltbank: Bekämpfung der Armut und Verbesserung der Lebensbedingungen in Entwicklungsländern.

Vor diesem Hintergrund ist die Weltbank Gruppe auch ein wichtiger Akteur in der Rohstoffwirtschaft. Dabei finanziert sie ausschließlich Projekte auf fossile Energie-

träger, Industrieminerale und Erze, jedoch nicht die Gewinnung von Baurohstoffen wie Zement.

Während der 60'ger und 70'ger Jahre unterstützte sie insbesondere Öl-, Gas- und Kohleprojekte, indem sie staatlichen Unternehmen der Förderländer Kredite gewährte. In den 80'ger Jahren weitete die Weltbank ihre Aktivitäten auf die Unterstützung privatwirtschaftlicher Unternehmen aus. Seit Mitte der 90'ger Jahre hat die Bank einen neuen ganzheitlichen und gemeinschaftlichen Ansatz für ihre Entwicklungshilfe eingeführt. Seitdem setzt sie auf Partnerschaften zwischen Privatunternehmen, Regierung und Bevölkerung bei der Einführung von sozial und ökologisch sensiblen Projekten. Die Weltbank Gruppe zählt in den Entwicklungsländern zu den größten multinationalen Finanzierungsquellen, da die Institution Kredite gewährt oder sich als Eigenkapitalgeber an privatwirtschaftlichen Projekten beteiligt.

In den letzten Jahren wird das Engagement der Weltbank Gruppe im Rohstoffsektor jedoch zunehmend kritischer gesehen. So haben im Jahr 2000 einige NROs gefordert, dass die Weltbank Gruppe ihre Finanzierung von Bergbauprojekten einstellt. Aus ihrer Sicht übersteigen die ungünstigen ökologischen und sozialen Einwirkungen eines Rohstoffabbaus den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen für die jeweilige Volkswirtschaft zur Bekämpfung der Armut in den Entwicklungsländern.

Vor diesem Hintergrund hat das Direktorat der Weltbank Gruppe auf ihrer Jahrestagung 2000 beschlossen, eine Untersuchungskommission unter der Führung von Prof. Emil Salim, dem früheren Umweltminister Indonesiens, einzurichten. Diese Kommission, genannt Extractive Industries Review (EIR), soll die zukünftige Rolle der Weltbank Gruppe im Rohstoffsektor mit betroffenen Interessensgruppen diskutieren. Ziel dieser unabhängigen Untersuchung ist ein Katalog von Empfehlungen, der das Engagement der Weltbank Gruppe in Bergbau-, Öl- und Gasprojekten leiten soll. Eine Empfehlung an die EIR, ausgesprochen von den unabhängigen Evaluierungseinheiten, lautet auf Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren.

#### **3.5.2.3.2 Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung**

Die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (European Bank for Reconstruction and Development EBRD) wurde 1991 nach dem Zusammenbruch des Kommunismus gegründet, um die Staaten in Zentral- und Osteuropa sowie in der

ehemaligen Sowjetunion bei ihrer Überführung in Demokratie und Marktwirtschaft zu unterstützen. Heute nutzt die Bank ihre Investitionswerkzeuge in 27 Ländern in Zentraleuropa und in Zentralasien.

### **3.5.2.3.3 Exportkreditagenturen**

Exportkreditagenturen, staatliche Entwicklungshilfebehörden oder Investitionsversicherungsagenturen, bekannt auch Export Credit Agencies (ECAs), sind öffentliche Agenturen, die staatlich garantierte Kredite, Garantien, Bürgschaften und Versicherungen an Privatunternehmen gewähren, damit diese Unternehmen international Geschäfte tätigen können, insbesondere in Entwicklungsländern mit einem hohen finanziellen oder politischen Risiko. In Deutschland ist dies die Kreditanstalt für Wiederaufbau. Damit sind ECAs eine der wichtigsten Finanzierungsquellen für Investitionen im Ausland. Jedoch gibt es weder einheitliche und verbindliche Umweltrichtlinien noch eine zentrale Behörde, welche die Umweltstandards der ECAs überwacht. Dafür sind sie von NROs kritisiert worden. Als Reaktion hierauf haben Exportkreditagenturen damit begonnen, solche Richtlinien zu erarbeiten oder die Äquatorprinzipien anzuwenden.

### **3.5.2.3.4 Investmentbanken**

Neben den genannten öffentlichen Geldgebern sind auch Investmentbanken an der Finanzierung von Rohstoffprojekten beteiligt. Zum Beispiel sind die Westdeutsche Landesbank, die Dresdner Bank und die Deutsche Bank in die Finanzierung des Projektes Antamina involviert.

Am 04. Juni 2003 haben zehn Investmentbanken aus den USA, Großbritannien, der Schweiz, den Niederlanden, Frankreich und Deutschland (WestLB und HypoVereinsbank) die „Äquator-Prinzipien“ anerkannt. Sie gelten für Projekte mit einem Investitionsvolumen von größer 50 Mio. €. Inzwischen haben drei weitere Banken, darunter die Dresdner Bank, die Prinzipien anerkannt.

#### 3.5.2.4 Nationale Initiativen

Auf nationaler Ebene existieren in vielen Ländern Initiativen, die sich mit nachhaltiger Entwicklung auseinandersetzen, jedoch gibt es nur in wenigen Ländern Initiativen, die sich speziell der Rohstoffindustrie widmen.

In den USA ist innerhalb des Landwirtschaftsministeriums (US Department of Agriculture USDA) die Forstbehörde verantwortlich für die natürlichen Ressourcen im Land. Daher hat diese Bundesbehörde im Juni 1999 das Geological Survey (Geologische Bundesamt) und verschiedene weitere Interessensgruppen wie Ureinwohner, Industrie, NROs und Forschung zu einem Treffen nach Washington eingeladen. Hieraus ist die Initiative US Sustainable Minerals Roundtable (US SMR) entstanden. Es handelt sich um einen offenen, transparenten und kollaborativen Prozess mit freiwilliger Teilnahme. Die Initiative untersuchte Nachhaltigkeitskonzepte, Produktlebenszyklen und Stoffströme, entwickelte eine Indikatortheorie, identifizierte Probleme mit Indikatoren, erarbeitete eine Wertebasis für Nachhaltigkeit und analysierte internationale Arbeiten zu Indikatoren und die Aktivitäten der Rohstoffindustrie auf diesem Gebiet. Der Runde Tisch entwickelte rund 60 Indikatoren, die auf sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Faktoren beruhen, die als Mittel dienen, um den Status und Trends in der mineralischen Rohstoffindustrie zu beurteilen zu können.

So wie in den USA existiert auch in Kanada eine Initiative zur Bildung von Nachhaltigkeitsindikatoren. Den Bedarf an Nachhaltigkeitsindikatoren hat die kanadische Regierung bereits 1996 als Priorität in ihrer Rohstoffpolitik benannt. Nach einem ersten Workshop 1998 zu dem Thema „Nachhaltige Entwicklung und Rohstoffgewinnung“ hat der Minerals and Metals Sector innerhalb der NRCan (National Resources Canada) im Jahre 1999 26 kanadische Interessensgruppen in der Minerals and Metals Indicators (MMI) Initiative vereinigt. Ein erster Vorschlag sieht 173 Indikatoren vor.

In Australien ist das Umweltministerium federführend im Sustainable Minerals Program. Ferner sind Vertreter der Industrie, der Behörden, der Forschung und der NGOs Mitglied in diesem Programm. Ein Ziel ist es, die Rohstoffindustrie bei der Entwicklung von besten Techniken zu unterstützen. So veröffentlicht das Umweltministerium seit 1994 eine Buchreihe zu dieser Thematik und entwickelt entsprechende Checklisten.

Vor dem Hintergrund, dass 1999 die englische Regierung ihre Nachhaltigkeitsstrategie „A better quality of life: a strategy for sustainable development for the UK“ publizierte, hat sich die Nicht-Eisen Industrie ebenfalls dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung verpflichtet und sich zu der Non Ferrous Alliance zusammengeschlossen. Der Industriesektor umfasst die fünf wichtigsten NE-Metalle: Aluminium, Kupfer, Nickel, Blei und Zink. Diese Initiative hat ihre Nachhaltigkeitsstrategie gemeinsam mit dem englischen Ministerium „Department of Trade and Industry“ und dem Mining and Energy Reserch Network (MERN) an der Business School der Universität Warwick entwickelt. Zwischen 2000 und 2001 haben sie gemeinsam ein einjähriges Projekt durchgeführt, an dessen Ende MERN 35 Indikatoren vorgeschlagen hat.

In Deutschland hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Jahr 2004 eine Studie mit dem Titel „Entwicklung von Beurteilungssystemen für die Nachhaltigkeit bei der Rohstoffgewinnung“ (Forschungsvorhaben Nr. 20/02) in Auftrag gegeben. Im Rahmen dieser Studie sind vom Institut für Bergbaukunde I der RWTH Aachen University 30 Nachhaltigkeitsindikatoren sowie ein Beurteilungssystem für den Bergbau entwickelt worden.

### 3.5.2.5 Sonstige Akteure

Die Agenda 21 betont die Rolle des Akteurs Wirtschaft für eine nachhaltige Entwicklung. Hierzu gehört auch der Dialog mit der Öffentlichkeit.

Neben knappen finanziellen Ressourcen fehlt es vielen Unternehmen jedoch an Erfahrung und an Wissen bei der Darstellung ihrer Aktivitäten im Bereich „Nachhaltige Entwicklung“. Vor diesem Hintergrund hat die Global Reporting Initiative eine Anleitung für die Berichterstattung erarbeitet.

#### 3.5.2.5.1 Global Reporting Initiative

Die Global Reporting Initiative (GRI) ist 1997 aus der Partnerschaft zwischen der amerikanischen NGO CERES (Coalition for Environmentally Responsible Economies) und dem UNEP entstanden. Ziel der Organisation ist es, das Berichtswesen von Unternehmen über Ökologie, Wirtschaft und Soziales auf das gleiche Niveau zu heben, das routinemäßig von den Firmen bei ihren Jahresabschlüssen angewendet wird. Dazu sind von der GRI Richtlinien zum Erstellen eines Nachhaltigkeitsberichts

sowie Schlüsselindikatoren für die Wertentwicklung erarbeitet worden. Zwischen 200 und 300 große internationale Unternehmen wenden in Zwischenzeit die Richtlinien der GRI an, darunter auch einige Rohstoffkonzerne wie WMC, BHP Billiton, Codelco, Teck, Argyle Diamonds und Lonmin. Zurzeit entwickeln GRI und ICMM weitere Indikatoren, die speziell auf die Rohstoffindustrie abgestimmt sind und erarbeiten Erläuterungen für das Erstellen von Nachhaltigkeitsberichten in der Rohstoffindustrie. In einem speziellen Teil werden zusätzliche Indikatoren für die Rohstoffgewinnung berücksichtigt, darunter Umsiedlung, Biodiversität, Stilllegungspläne.

#### **3.5.2.5.2 Dow Jones Sustainability Group Index**

Im Jahr 1999 ist zum ersten Mal der Dow Jones Sustainability Group Index (DJSGI) veröffentlicht worden. Er ist weltweit der erste Aktienindex, der aus Unternehmen besteht, die nach Nachhaltigkeitsprinzipien wirtschaften und wird aus dem Dow Jones Index abgeleitet. In den Nachhaltigkeitsindex 2002 sind 300 von den im Dow Jones Index notierten 2.500 größten Unternehmen aufgenommen worden. Dabei handelt es sich um die führenden 10% einer Branche. Aus dem Rohstoffsektor zählen Lafarge und Shell zu den Besten.

Als Kriterium für die Aufnahme in den Index dienen umweltrelevante, soziale und unternehmerische Aspekte. Die Unternehmen werden unter anderem nach folgenden Kriterien bewertet:

- Risiko- und Krisenmanagement
- Codes of Conduct
- Unternehmensführung (Corporate Governance)
- Finanzkraft
- Umweltmanagement
- Umgang mit externen Interessensgruppen

Ausgewertet werden die von den Firmen ausgefüllten branchenspezifischen Fragebögen, ihre Unternehmensberichte anhand internationaler Standards und Kriterien und ihre Angaben über ihre Beziehungen zu ihren Interessensgruppen.

### 3.5.3 Nachhaltigkeitsindikatoren für den Bergbau

Die in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Initiativen haben teilweise eigene Indikatoren- und Beurteilungssysteme für den Bergbau entwickelt. Bislang hat sich jedoch keiner der entwickelten Ansätze weltweit verbindlich durchgesetzt.

Die von der GRI propagierten Indikatoren sind größtenteils deskriptiv und nicht verbindlich. Dies führt dazu, dass auch Betriebe, die den GRI-Indikatoren-Katalog zu Grunde legen, nicht oder nur mit großen Einschränkungen (untereinander) hinsichtlich der Nachhaltigkeit ihrer Prozesse beurteilbar sind.

Grundsätzlich ist jedoch bei allen Initiativen der dimensionsübergreifende Aspekt der Nachhaltigkeit kaum in den Indikatoren erfasst. Zudem ist es bislang auch nicht gelungen, kennzahlenbasierte und aussagenbasierte Informationen in einzelne Indikatoren zu integrieren und beurteilbar zu machen.

In Kapitel 4 und 5 werden Nachhaltigkeitsindikatoren für den Bergbau entwickelt, welche die Vorgaben des *sustainable development* Konzepts und der Agenda 21 berücksichtigen:

Die Indikatoren sind quantifizierbar und über die Zeit nachvollziehbar, so dass Entwicklungen verfolgt und bewertet werden können.

Des Weiteren berücksichtigen sie den dimensionsübergreifenden Aspekt des *sustainable development*. Sie sind derart konzipiert, dass die Integration mehrerer Dimensionen in einem Indikator vollzogen werden kann.

Weiterhin können mit diesen Indikatoren aussagenbasierte und kennzahlenbasierte Informationen in einem Indikator integriert werden.

Die Prämissen, die bei der Bildung der Indikatoren zu Grunde gelegt werden sind die Minimierung von negativen Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft bei gleichzeitiger Maximierung von sozialen und ökonomischen Faktoren.

Des Weiteren wird das partizipative Moment, das Teil der Nachhaltigkeits-Idee ist, gewährleistet, indem explizit die soziale Akzeptanz gewisser Maßnahmen in die Beurteilung integriert wird.



## 4 Theoretischer Hintergrund

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Indikatoren basieren auf der logischen Verknüpfung von Aussagen mittels der Booleschen Algebra. Ausgehend von grundlegenden Aussagen, deren Wahrheitswert sich an dem operationalisierten Nachhaltigkeitsparadigma orientiert, werden komplexere dimensionsübergreifende Aussagen konstruiert und ausgewertet. Hierbei beschränkt sich die verwendete Boolesche Algebra auf die Nutzung von UND (mathematisch:  $\wedge$ ) oder ODER (mathematisch:  $\vee$ ) Verknüpfungen.

Einfache logische Verknüpfungen im Rahmen der Aussagenlogik basieren auf der Zuweisung von Wahrheitswerten (WAHR = w oder FALSCH = f) zu einzelnen Aussagen. Diese Aussagen können über logische Operatoren, so genannte Junktoren (hier beispielsweise UND, ODER), verknüpft werden und die zusammengesetzte Aussage kann anschließend ausgewertet werden. Das Ergebnis liefert entweder den Wert WAHR oder FALSCH.

Das Ergebnis der Verknüpfung von mehreren Aussagen über verschiedene Junktoren wird mit so genannten Wahrheitstafeln übersichtlich dargestellt, wie in Tabelle 2 und Tabelle 3.

**Tabelle 2: Wahrheitswerte der Kombination zweier Aussagen durch den Junktor UND.**

Aussage 1	Aussage 2	Aussage 1 UND 2
WAHR	WAHR	WAHR
WAHR	FALSCH	FALSCH
FALSCH	WAHR	FALSCH
FALSCH	FALSCH	FALSCH

**Tabelle 3: Wahrheitswerte der Kombination zweier Aussagen durch den Junktor ODER.**

Aussage 1	Aussage 2	Aussage 1 ODER 2
WAHR	WAHR	WAHR
WAHR	FALSCH	WAHR
FALSCH	WAHR	WAHR
FALSCH	FALSCH	FALSCH

Der logische Operator UND wird als Konjunktoren bezeichnet und mathematisch durch das Zeichen  $\wedge$  dargestellt.

Der logische Operator ODER wird als Disjunktur bezeichnet und mathematisch durch das Zeichen  $\vee$  dargestellt.

In der Booleschen Algebra können, ebenso wie in der elementaren Algebra, mehrere Aussagen über Operationen miteinander kombiniert werden. Einige der Axiome der Booleschen Algebra weisen Analogien zu bekannten Axiomen der elementaren Algebra auf, wie in Tabelle 4 dargestellt.

**Tabelle 4: Analoge Axiome in der Booleschen sowie elementaren Algebra.**

Axiome	$\wedge, \vee$ (UND, ODER)	$*, +$ (Multiplikation, Addition)
<b>Kommutativ-gesetze</b>	$a \wedge b = b \wedge a$ $a \vee b = b \vee a$	$a * b = b * a$ $a + b = b + a$
<b>Assoziativ-gesetze</b>	$(a \wedge b) \wedge c = a \wedge (b \wedge c)$ $(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c)$	$(a * b) * c = a * (b * c)$ $(a + b) + c = a + (b + c)$
<b>Distributiv-gesetz</b>	$a \wedge (b \vee c) = (a \wedge b) \vee (a \wedge c)$	$a * (b + c) = (a * b) + (a * c)$

Mit der hier erläuterten so genannten zweiwertigen Aussagenlogik ist es somit möglich, Aussagen miteinander zu verknüpfen und den Wahrheitswert der Gesamtaussage zu bestimmen. Wie in Tabelle 4 angegeben, können auch eindeutige Wahrheitswerte von solchen Aussagen bestimmt werden, deren Teilaussagen mit verschiedenen Operatoren verknüpft sind.

Die hier skizzierten Verknüpfungsmöglichkeiten bilden die theoretische Grundlage der im Folgenden beschriebenen Indikatorenentwicklung.

#### 4.1 Einsatz der Booleschen Algebra bei der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren

Im Rahmen der Beurteilung der negativen oder positiven Auswirkungen von Maßnahmen und Handlungen werden implizit oder explizit normative Vorgaben gemacht.

Die Aussage beispielsweise

*„Eine jährliche Zunahme der emittierten Staubmengen ist eine negative Entwicklung (, da die Umwelt zusätzlich geschädigt wird.)“ (Aussage 0)*

enthält die explizite normative Vorgabe, dass die absoluten emittierten Staubmengen nicht zunehmen dürfen oder anders ausgedrückt:

Aussage 1: Reduzierungsgebot

*„Eine geringere oder gleiche (= nicht größere) emittierte Staubmenge im Vergleich zum Vorjahr ist eine positive Entwicklung.“*

Durch den einfachen Vergleich der ermittelten Jahresmittelwerte lässt sich die Erfüllung der Zielvorgabe (kleiner oder gleich dem Vorjahreswert) in Aussage 1 bestätigen oder widerlegen.

#### 4.1.1 Umwandlung von (umgangssprachlichen) Aussagen in mathematische Gleichungen

Mathematisch wird Aussage 1 wie folgt dargestellt:

$$m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \qquad \text{Gleichung 1}$$

mit

$m_{\text{Staub},t}$  : emittierte Staubmenge im Jahr t.

$m_{\text{Staub},t-1}$  : emittierte Staubmenge im Vorjahr (t - 1).

Im Rahmen der Aussagenlogik kann die Erfüllung dieser Gleichung in einer Wahrheitstafel dargestellt werden (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 5: Mögliche Wahrheitswerte der Gleichung 1.**

Aussage 1: $m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1}$	Wahrheitswert
Aussage (Gleichung) ist erfüllt	WAHR
Aussage (Gleichung) ist nicht erfüllt	FALSCH

Die getroffene Aussage 1 kann nun mit einer weiteren (beliebigen) Aussage verknüpft werden:

### Aussage 2: Entkopplungsgebot

„Eine Entkopplung der Staubemissionen von der Höhe der bewegten (Abraum- und Rohstoff-)Massen ist eine positive Entwicklung.“

Die mathematische Formulierung von Aussage 2 lautet:

$$\frac{m_{\text{Staub},t}}{m_{\text{Gesamtmasse},t}} \leq \frac{m_{\text{Staub},t-1}}{m_{\text{Gesamtmasse},t-1}} \quad \text{Gleichung 2}$$

mit

$\frac{m_{\text{Staub},t}}{m_{\text{Gesamtmasse},t}}$  : emittierte spezifische Staubmenge im Jahr t.

$\frac{m_{\text{Staub},t-1}}{m_{\text{Gesamtmasse},t-1}}$  : emittierte spezifische Staubmenge im Vorjahr (t - 1).

$m_{\text{Gesamtmasse}}$  : pro Jahr bewegte Abraum- und Wertstoffmasse (Bezugsgröße).

Ebenso wie für Gleichung 1 kann die Erfüllung der in Gleichung 2 formulierten Zielvorgabe in einer Wahrheitstafel dargestellt werden (siehe Tabelle 6).

**Tabelle 6: Mögliche Wahrheitswerte der Gleichung 2.**

Aussage 2: $\frac{m_{\text{Staub},t}}{m_{\text{Gesamtmasse},t}} \leq \frac{m_{\text{Staub},t-1}}{m_{\text{Gesamtmasse},t-1}}$	Wahrheitswert
Aussage (Gleichung) ist erfüllt	WAHR
Aussage (Gleichung) ist nicht erfüllt	FALSCH

#### 4.1.2 Verknüpfung von Aussagen

Wie bereits dargestellt, können mehrere Aussagen durch logische Operatoren verknüpft werden und der Wahrheitswert der Gesamtaussage ermittelt werden. Im Rahmen dieser Arbeit werden ausschließlich die genannten logischen Operatoren UND sowie ODER verwendet.

In Tabelle 7 respektive in Tabelle 8 werden die Aussagen 1 und 2 durch den UND- sowie den ODER-Operator verknüpft. Da pro Aussage zwei Wahrheitswerte möglich sind, führt die Verknüpfung der zwei Aussagen zu vier möglichen Ergebnissen (Fälle 1 bis 4).

**Tabelle 7: Verknüpfung von Aussage 1 und 2 mittels der UND-Verknüpfung.**

Fall	Aussage 1 (Reduzierung)	Aussage 2 (Entkopplung)	Aussage 1 UND Aussage 2 (Reduzierung UND Entkopplung)
1	WAHR	WAHR	WAHR
2	WAHR	FALSCH	FALSCH
3	FALSCH	WAHR	FALSCH
4	FALSCH	FALSCH	FALSCH

Die UND-Verknüpfung in Tabelle 7, auch Konjunktion genannt, liefert immer dann den Wert WAHR, wenn beide Teilaussagen erfüllt sind, also in diesem Beispiel nur in Fall 1, da nur in diesem Fall die absoluten und die spezifischen Staubemissionen reduziert werden konnten. In allen anderen Fällen wurden eine von beiden oder beide Zielvorgaben nicht erfüllt (Fälle 2 bis 4).

**Tabelle 8: Verknüpfung von Teilaussagen mittels der ODER-Verknüpfung.**

Fall	Aussage 1 (Reduzierung)	Aussage 2 (Entkopplung)	Aussage 1 ODER Aussage 2 (Reduzierung ODER Entkopplung)
1	WAHR	WAHR	WAHR
2	WAHR	FALSCH	WAHR
3	FALSCH	WAHR	WAHR
4	FALSCH	FALSCH	FALSCH

Werden die beiden Aussagen mit dem ODER-Operator verknüpft, müssen nur eine der beiden Teilaussagen oder beide WAHR sein, um nach der Verknüpfung den Wert WAHR zu liefern (Fälle 1 bis 3). Sind beide Zielvorgaben nicht erfüllt (FALSCH), liefert auch die Gesamtaussage den Wert FALSCH (Fall 4).

### 4.1.3 Auswahl der Verknüpfung

Für den Fall, dass sowohl die absoluten emittierten Staubmengen als auch die spezifischen Emissionen im Vergleich zu Vorjahr vermindert werden konnten, liefern beide Verknüpfungsvarianten den Wert WAHR (Tabelle 7 und Tabelle 8, jeweils Fall 1).

Auch das intuitiv erwartete Ergebnis FALSCH für den Fall, dass die absoluten sowie die spezifischen Emissionen gestiegen sind, liefern beide Verknüpfungsmöglichkeiten (Tabelle 7 und Tabelle 8, jeweils Fall 4).

Zur Auswahl der geeigneten Verknüpfungsvariante müssen somit die beiden Fälle 2 sowie 3 untersucht werden, da sich nur in diesen Fällen die Ergebnisse der Verknüpfung mit UND sowie ODER unterscheiden.

Die Auswahl der richtigen Verknüpfung ergibt sich aus der Gesamtaussage, die erfüllt werden soll, also letztendlich aus der Zielvorgabe, die gemacht wird.

Umgangssprachlich formuliert werden Aussage 1 und Aussage 2 durch UND sowie ODER zu folgenden Gesamtaussagen kombiniert (siehe Tabelle 9):

**Tabelle 9: Vergleichende Gegenüberstellung der Gesamtaussagen bei Verwendung des UND sowie ODER-Operators.**

Gesamtaussage 1 (UND-Verknüpfung)	Gesamtaussage 2 (ODER-Verknüpfung)
<p>„Wenn</p> <p>1. eine geringere oder gleiche Staubmenge im Vergleich zum Vorjahr emittiert worden ist</p> <p>UND (gleichfalls)</p> <p>2. eine Entkopplung der Staubemissionen von der Höhe der bewegten (Abraum- und Rohstoff-)Massen gelungen ist,</p> <p>ist die Zielvorgabe erfüllt.“</p>	<p>„Wenn</p> <p>1. eine geringere oder gleiche Staubmenge im Vergleich zum Vorjahr emittiert worden ist</p> <p>ODER (auch nur)</p> <p>2. eine Entkopplung der Staubemissionen von der Höhe der bewegten (Abraum- und Rohstoff-)Massen gelungen ist,</p> <p>ODER</p> <p>3. beide Teilvorgaben erfüllt werden,</p> <p>ist die Zielvorgabe erfüllt.“</p>

Verkürzt können die beiden Gesamtaussagen, wie in Tabelle 10 dargestellt, formuliert werden.

**Tabelle 10: Kurzform der Gesamtaussagen 1 und 2.**

Gesamtaussage 1 (UND-Verknüpfung)	Gesamtaussage 2 (ODER-Verknüpfung)
„Wenn 1. das Reduzierungsgebot UND (gleichfalls) 2. das Entkopplungsgebot erfüllt werden, ist die Zielvorgabe erfüllt.“	„Wenn 1. das Reduzierungsgebot ODER (auch nur) 2. das Entkopplungsgebot, ODER 3. beide Teilvorgaben erfüllt werden, ist die Zielvorgabe erfüllt.“

Da die Formulierung einer Zielvorgabe ein normativer Akt desjenigen ist, der die zu erreichenden Ziele definiert, sind beide Gesamtaussagen zunächst gleichwertig. Eine Auswahl auf Grundlage der bisherigen Vorgehensweise scheint nicht objektiv durchführbar zu sein.

Vergleicht man jedoch die Wahrheitswerte der Gesamtaussagen in den Fällen 2 und 3 miteinander, kann eine objektive Auswahl getroffen werden.

4.1.3.1 Fall 2: Die absoluten Staubemissionen verringern sich, die spezifischen Staubemissionen erhöhen sich.

Der Fall 2 stellt die Situation dar, dass das Reduzierungsgebot (Verringerung der absoluten emittierten Mengen), jedoch nicht das Entkopplungsgebot (Verringerung der spezifischen Emissionswerte) erfüllt wird.

Die UND-Verknüpfung (siehe Tabelle 7, Fall 2) liefert den Ergebniswert FALSCH. Das Ergebnis der Analyse lautet somit, dass die Einhaltung des Reduzierungsgebotes bei gleichzeitigem Verstoß gegen das Entkopplungsgebot zu einer negativen Beurteilung des Betriebes hinsichtlich der Staubemissionen führt.

Die ODER-Verknüpfung (siehe Tabelle 8, Fall 2) liefert hingegen das gegenteilige Ergebnis. Die Analyse ergibt hier die Aussage, dass die Einhaltung des Reduzierungsgebotes bei gleichzeitigem Verstoß gegen das Entkopplungsgebot zu einer positiven Beurteilung des Betriebes hinsichtlich der Staubemissionen führt.

Bei der Auswahl der geeigneten Verknüpfung gilt es nunmehr folgende Randbedingung zu berücksichtigen:

*„Eine geringere oder gleiche emittierte Staubmenge im Vergleich zum Vorjahr ist eine positive Entwicklung.“*

Diese Randbedingung ist identisch mit Aussage 1, dem Reduzierungsgebot.

Die UND-Verknüpfung liefert eine negative Bewertung der Situation und diese widerspricht der Realität. Denn unabhängig davon, ob die spezifischen Werte sich verbessern oder verschlechtern, führt im Hinblick auf die Umweltauswirkungen eine Verringerung der insgesamt emittierten Staubmenge immer zu einer Verbesserung der Situation. Die Erfüllung dieser Randbedingung in Fall 2 ist nur mit dem Ergebnis der ODER-Verknüpfung konsistent, da nur sie dieses Ergebnis liefert.

4.1.3.2 Fall 3: Die absoluten Staubemissionen erhöhen sich, die spezifischen Staubemissionen reduzieren sich.

Obwohl durch die Analyse von Fall 2 bereits die UND-Verknüpfung ausgeschlossen werden konnte, muss nun überprüft werden, ob die ODER-Verknüpfung auch für Fall 3 ein mit der Realität konsistentes Ergebnis liefert.

Geht man wie in Fall 3 davon aus, dass die absoluten emittierten Staubmengen im Vergleich zum Vorjahr angestiegen sind, die spezifischen Emissionen aber verringert werden konnten (beispielsweise: Produktionsausweitung bei gleichzeitiger Verbesserung der Staubabscheidung), so liefert die ODER-Verknüpfung das Ergebnis WAHR (siehe Tabelle 8, Fall 3). Die Analyse ergibt also, dass der Betrieb positiv zu bewerten ist.

Ein solches Ergebnis widerspricht jedoch der bereits bei Fall 2 zur Auswahl der Verknüpfung verwendeten Randbedingung:

*„(Nur) Eine geringere oder gleiche emittierte Staubmenge im Vergleich zum Vorjahr ist eine positive Entwicklung.“*

Die Lösung für diesen – nicht nur scheinbaren – Widerspruch zwischen dem Modell auf Grundlage der Wahrheitstafeln und der Realität liegt im Einbezug der Randbedingung in die Gesamtaussage 2.

**4.1.4 Anpassung des Modells: Einbezug der Randbedingung**

Gesamtaussage 2 (ODER-Verknüpfung) ist in den Fällen, 1, 3 und 4 konsistent mit den Ergebnissen in Tabelle 8.

Mathematisch formuliert lautet Gesamtaussage 2 bisher:

$$\left(m_{Staub,t} \leq m_{Staub,t-1}\right) \vee \left(\frac{m_{Staub,t}}{m_{Gesamtmasse,t}} \leq \frac{m_{Staub,t-1}}{m_{Gesamtmasse,t-1}}\right) \quad \text{Gleichung 3}$$

Die Erweiterung der Gesamtaussage 2 um die Randbedingung liefert die neue Gesamtaussage 3:

**Tabelle 11: Gesamtaussage 2 und die erweiterte Gesamtaussage 3.**

Gesamtaussage 2	Gesamtaussage 3
„Wenn 1. das Reduzierungsgebot ODER (auch nur) 2. das Entkopplungsgebot, ODER 3. beide Teilvorgaben erfüllt werden, ist die Zielvorgabe erfüllt.“	„Nur dann wenn 1. das Reduzierungsgebot ODER (auch nur) 2. das Entkopplungsgebot, ODER 3. beide Teilvorgaben erfüllt werden, UND (zudem) 4. das Reduzierungsgebot erfüllt wird, ist die Zielvorgabe erfüllt.“

Die mathematische Formulierung von Gesamtaussage 3 ist somit die Verknüpfung von Gleichung 3 und Gleichung 1 durch einen UND-Operator:

$$\left(\left(m_{Staub,t} \leq m_{Staub,t-1}\right) \vee \left(\frac{m_{Staub,t}}{m_{Gesamtmasse,t}} \leq \frac{m_{Staub,t-1}}{m_{Gesamtmasse,t-1}}\right)\right) \wedge \left(m_{Staub,t} \leq m_{Staub,t-1}\right) \quad \text{Gleichung 4}$$

Die Analyse von Gleichung 4 mit Hilfe der Wahrheitstafel ergibt das in Tabelle 12 dargestellte Ergebnis.

Tabelle 12: Ergebnisse der Auswertung der erweiterten Aussage.

Spalte	1	2	3	4	5
Fall	Aussage 1 Reduzierung	Aussage 2 Entkopplung	Aussage 1 ODER Aussage 2 Reduzierung ODER Entkopplung	UND Randbedingung Nur bei gleichzeitiger absoluter Reduzierung = ökologische Verbesserung	(Aussage 1 ODER Aussage 2) UND Randbedingung  Reduzierung ODER Entkopplung ODER beide UND: Nur bei gleichzeitiger absoluter Reduzierung = ökologische Verbesserung.
	$\left( (m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1}) \vee \left( \frac{m_{\text{Staub},t}}{m_{\text{Gesamtmasse},t}} \leq \frac{m_{\text{Staub},t-1}}{m_{\text{Gesamtmasse},t-1}} \right) \right)$			$(m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1})$	$\left( (m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1}) \vee \left( \frac{m_{\text{Staub},t}}{m_{\text{Gesamtmasse},t}} \leq \frac{m_{\text{Staub},t-1}}{m_{\text{Gesamtmasse},t-1}} \right) \right) \wedge (m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1})$
1	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR
2	WAHR	FALSCH	WAHR	WAHR	WAHR
3	FALSCH	WAHR	WAHR	FALSCH	FALSCH
4	FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH

Bei den in Tabelle 12 aufgeführten Werten müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

1. Die Wahrheitswerte in Spalte 4 entsprechen den Wahrheitswerten in Spalte 1, da die Randbedingung identisch mit Aussage 1 ist. Die Randbedingung ist als notwendige Bedingung zu interpretieren.
2. Eine Verknüpfung der Art

$$(A \vee B) \wedge A,$$

wie in Tabelle 12, Spalte 5 umgesetzt, führt immer zu dem Ergebnis, dass der Wahrheitswert der Gesamtaussage dem Wahrheitswert der Aussage 1 entspricht.

Der Frage, weshalb – angesichts dieser Feststellung – überhaupt Aussage 2 berücksichtigt wird, widmet sich der folgende Abschnitt.

#### 4.1.5 Quantifizierung der Ergebnisse

Die beschriebene Vorgehensweise ermöglicht eine erste Analyse der Situation, ausgehend von einfachen Aussagen und Zielvorgaben, die beliebig komplex kombiniert werden können, um die tatsächlichen Verhältnisse in der Realität abzubilden. Jedoch liefern die in den vorhergehenden Abschnitten durchgeführten mathematischen Verknüpfungen nur (binäre) Wahrheitswerte (WAHR und FALSCH) als Ergebnis. Obwohl vier unterschiedliche Fälle betrachtet werden, können diese somit nur in zwei Gruppen („positive Entwicklung“ = Zielvorgabe erfüllt, „negative Entwicklung“ = Zielvorgabe nicht erfüllt) unterteilt werden. Des Weiteren ist der Rückgriff auf die Boolesche Algebra und auf die Wahrheitstabellen keine überzeugende praxistaugliche Vorgehensweise. Die Ergebnisse WAHR und FALSCH erfordern zudem stets die Überprüfung der Aussage, deren Erfüllung zu bewerten ist. Somit verfügt die bisher vorgestellte Systematik noch nicht über die für Nachhaltigkeitsindikatoren notwendige Eigenschaft, einfach und intuitiv verständlich zu sein.

Ziel ist es im Folgenden, die entwickelten Booleschen Indikatoren derart zu modifizieren, dass

- eine quantitative Größe (eine Zahl) das Ergebnis der Beurteilung wiedergibt,

- mit diesen quantitativen Größen (den Indikatorwerten), die sich aus mehreren Aussagen (letztendlich Zielvorgaben) zusammensetzen, eine differenziertere Analyse als die nur binäre Feststellung ‚positive Entwicklung‘ oder ‚negative Entwicklung‘ durchgeführt werden kann sowie
- eine möglichst geringe Anzahl an Zusatzinformationen für die Beurteilung nötig ist.

Hierzu werden in einem ersten Schritt die Booleschen Indikatoren quantifiziert.

Um dies zu erreichen, wird dem Wahrheitswert WAHR die Zahl 1 und dem Wahrheitswert FALSCH die Zahl 0 zugeordnet.

Um die Transformation der Booleschen Wahrheitswerte mathematisch korrekt zu formulieren, wird folgende Funktion definiert:

$$\{ \text{Aussage}_i \} = \begin{cases} 1, \forall \text{Wahrheitswert}(\text{Aussage}_i) = \text{WAHR} \\ 0, \text{sonst} \end{cases} \quad \text{Gleichung 5}$$

Die aufgeführte Funktion – in Kurzform repräsentiert durch  $\{ \text{Aussage}_i \}$  - drückt aus, dass immer dann, wenn ( $\forall$  = ‚für alle‘) der Wahrheitswert der *Aussage i* dem Ergebnis WAHR entspricht, der *Aussage i* die Zahl 1 zugeordnet wird. In allen übrigen Fällen (*sonst*), das heißt, wenn der Wahrheitswert der *Aussage i* FALSCH ist, wird der *Aussage i* die Zahl 0 zugeordnet.

Diese Transformation der in Tabelle 12 ermittelten Wahrheitswerte ist in der nachfolgenden Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Quantifizierte der Wahrheitswerte aus Tabelle 12.

	1	2	3	4	5
Fall	Aussage 1 Reduzierung	Aussage 2 Entkopplung	Aussage 1 ODER Aussage 2 Reduzierung ODER Entkopplung	UND Randbedingung Nur bei gleichzeitiger absoluter Reduzierung = ökologische Verbesserung	(Aussage 1 ODER Aussage 2) UND Randbedingung  Reduzierung ODER Entkopplung ODER beide UND: Nur bei gleichzeitiger absoluter Reduzierung = ökologische Verbesserung.
	$\left( \left\{ m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \right\} \vee \left\{ \frac{m_{\text{Staub},t}}{m_{\text{Gesamtmasse},t}} \leq \frac{m_{\text{Staub},t-1}}{m_{\text{Gesamtmasse},t-1}} \right\} \right)$			$\left\{ m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \right\}$	$\left( \left\{ m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \right\} \vee \left\{ \frac{m_{\text{Staub},t}}{m_{\text{Gesamtmasse},t}} \leq \frac{m_{\text{Staub},t-1}}{m_{\text{Gesamtmasse},t-1}} \right\} \right) \wedge \left\{ m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \right\}$
1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1
3	0	1	1	0	0
4	0	0	0	0	0

#### 4.1.6 Transformation der Operatoren UND sowie ODER in Multiplikation und Addition

Das Analogon zu den in der Booleschen Algebra verwendeten Operatoren UND sowie ODER in der elementaren Algebra sind die Multiplikation respektive die Addition, wie bereits dargestellt.

Mit Hilfe dieser Transformationsregel kann die bisherige Boolesche Formulierung der durch UND sowie ODER verknüpften Gleichung 4

$$\left( \left( m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \right) \vee \left( \frac{m_{\text{Staub},t}}{m_{\text{Gesamtmasse},t}} \leq \frac{m_{\text{Staub},t-1}}{m_{\text{Gesamtmasse},t-1}} \right) \right) \wedge \left( m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \right)$$

wie folgt formuliert werden:

$$\left( \{ \text{Reduzierung} \} + \{ \text{Entkoppelung} \} \right) * \{ \text{Reduzierung} \}. \quad \text{Gleichung 6}$$

##### 4.1.6.1 Anwendungsbeispiel: Umweltauswirkung durch Staubemissionen

Der Indikator zur Analyse der Umweltauswirkung eines Betriebes in Bezug auf die Staubemissionen soll mit  $D$  (Dust) bezeichnet werden. Der Indikator  $D$  sei definiert durch:

$$D = \left( \{ \text{Reduzierung} \} + \{ \text{Entkoppelung} \} \right) * \{ \text{Reduzierung} \}. \quad \text{Gleichung 7}$$

Die Werte für die verschiedenen Fälle ergeben sich wie in Tabelle 14 dargestellt.

**Tabelle 14: Berechnung des Indikators *D* der ökologischen Performance bei Staubemissionen (ausführliche Darstellung).**

	1	2	3	4	5
Fall	<i>Reduzierung</i>	<i>Entkopplung</i>	<i>Absolute Verminderung ODER Entkopplung?</i>  <b>Spalte 1 + Spalte 2</b>	<i>Nur bei gleichzeitiger absoluter Reduzierung = ökologische Verbesserung</i>	<i>Ökologische Verbesserung</i>  <b>Indikatorwert: D Spalte 3 * Spalte 4</b>
	$\{Reduzierung\} + \{Entkopplung\}$			$\{Reduzierung\}$	$D = (\{Reduzierung\} + \{Entkopplung\}) * \{Reduzierung\}$
1	1 = Ja	1 = Ja	1 + 1 = 2 = Ja	1 = Ja	2 * 1 = 2
2	1 = Ja	0 = Nein	1 + 0 = 1 = Ja	1 = Ja	1 * 1 = 1
3	0 = Nein	1 = Ja	0 + 1 = 1 = Ja	0 = Nein	1 * 0 = 0
4	0 = Nein	0 = Nein	0 + 0 = 0 = Nein	0 = Nein	0 * 0 = 0

In Tabelle 15 ist in zusammengefasster übersichtlicher Form die Berechnungsmethode für den Indikator *D* dargestellt.

**Tabelle 15: Berechnung des Indikators *D*.**

	1	2	3	4	5
Fall	<i>Reduzierung</i>	<i>Entkopplung</i>	<b>Spalte 1</b> + <b>Spalte 2</b>	<i>Notwendige Bedingung: absolute Reduzierung</i>	<i>Ökologische Verbesserung?</i> <b>Indikatorwert: D</b> <b>Spalte 3 * Spalte 4</b>
1	1	1	1 + 1 = 2	1	2 * 1 = 2
2	1	0	1 + 0 = 1	1	1 * 1 = 1
3	0	1	0 + 1 = 1	0	1 * 0 = 0
4	0	0	0 + 0 = 0	0	0 * 0 = 0

#### 4.1.7 Zwischenergebnis: Informationsgewinn

Der Vergleich von Ergebnisspalte 5 in Tabelle 15 mit der Ergebnisspalte 5 der Booleschen Variante in Tabelle 12 zeigt den durch die Transformation erlangten Informationszuwachs.

Wie in Tabelle 12 dargestellt, konnte mit der Booleschen Algebra nur zwischen zwei Wahrheitswerten WAHR und FALSCH (, also binär,) unterschieden werden. Eine weitere Differenzierung hinsichtlich der ökologischen Performance war ohne Analyse der Rohdaten nicht möglich.

In Spalte 5 der Tabelle 15 hingegen ist das Ergebnis hinsichtlich der Umwelt-Performance des Betriebes im Bereich Staubemissionen in drei Werte, 0, 1 und 2, aufgegliedert. Es ist nunmehr möglich eine dreigeteilte Stufung (Bewertung) ohne weitere Analyse durchzuführen.

Im Fall 1 werden sowohl eine Reduzierung der absoluten Staubmengen wie auch eine Entkopplung von Staubemissionen und bewegtem Material erreicht. Da eine Zielerreichung in beiden Bereichen vorliegt, liefert das Ergebnis mit der Zahl 2 den höchsten Indikatorwert (die beste Bewertung).

Fall 2 stellt die Situation dar, dass zwar eine absolute Emissionsmengenreduzierung stattgefunden hat, jedoch keine Entkoppelung. Somit liegt eine Zielerreichung von nur 50% vor. Der Indikatorwert  $D$  hierfür ist 1, spiegelt also den schlechteren Zielerreichungsgrad wider – ohne die Notwendigkeit einer weiteren Analyse der Eingangsdaten.

Die Fälle 3 und 4 liefern beide im Ergebnis den Indikatorwert  $D = 0$ , da in beiden Fällen das Reduzierungsgebot nicht erfüllt wird.

#### 4.1.8 Kurzfristige Bestandsaufnahme und langfristige ex post Betrachtung

Die bislang durchgeführte Analyse der Umwelt-Performance im Bereich der Staubemissionen liefert ausschließlich Aussagen zu der Entwicklung im Vergleich zum vorangegangenen Jahr. Langfristige Schwankungen um einen Mittelwert oder langfristige Tendenzen, berücksichtigt das Modell bislang nicht. Dies bedeutet jedoch, dass auch geringste Erhöhungen der emittierten Staubmenge pro Jahr zu einer negativen Beurteilung der Umweltauswirkungen führen.

Beispielhaft wird die Problematik anhand der Emissionen von drei fiktiven Bergwerken mit unterschiedlichen langfristigen Gesamtstaubemissionsverläufen dargestellt.

##### 4.1.8.1 Tagebau A: Gesamtstaubemissionen schwanken um einen Mittelwert

**Tabelle 16: Jährliche Gesamtstaubemissionen und Änderungen eines fiktiven Tagebaues A.**

Jahr [a]	1	2	3	4
Gesamtstaubemission [kg]	100.000	101.000	99.000	100.000
Änderung (absolut) [kg]	-	+1.000	-2.000	+1.000

Aus den Daten in Tabelle 16 ist sofort ersichtlich, dass die Gesamtstaubemissionen des fiktiven Tagebaues A um den Wert 100.000 kg pro Jahr pendeln. Es liegt also langfristig kein negativer Trend vor, sondern vielmehr eine natürliche Schwankung der ermittelten Emissionsmengen, wie sie für alle Wirtschaftssektoren im Bereich der Urproduktion zu erwarten ist. Gründe hierfür können Ungenauigkeiten bei den Messungen oder auch natürliche Einflüsse (klimatische Schwankungen) sein.

Grundsätzlich sind über die vier dargestellten Jahre die Emissionen weitgehend konstant.

Die Anwendung der bisher vorgestellten Analysesystematik ergibt jedoch für das vierte Jahr eine negative Umwelt-Performance des Betriebes. Im direkten Vergleich des dritten und vierten Jahres ist diese Aussage zwar korrekt; sie spiegelt jedoch die dargestellte natürliche Schwankung solcher Messwerte nicht wider.

#### 4.1.8.2 Tagebau B: Gesamtstaubemissionen sinken langfristig; Anstieg in einem Jahr

**Tabelle 17: Jährliche Gesamtstaubemissionen und Änderungen eines fiktiven Tagebaues B.**

Jahr [a]	1	2	3	4
Gesamtstaubemission [kg]	100.000	50.000	25.000	40.000
Änderung (absolut) [kg]	-	-50.000	-25.000	+15.000

In Tabelle 17 ist ein weiterer Fall dargestellt: Hier nehmen die emittierten Gesamtstaubmengen vom ersten bis zum dritten Jahr signifikant ab, im vierten Jahr erfolgt eine Zunahme in Höhe von 15.000 kg, jedoch bleiben die Gesamtstaubemission immer noch unter denen der ersten beiden Jahre. Auch in diesem Fall ergibt die bislang vorgestellte Analysemethodik für das letzte Jahr eine negative Bewertung im Vergleich zum Vorjahr, obwohl im Verlauf der vier betrachteten Jahre eine Reduktion der emittierten Mengen um 60% von 100.000 kg auf 40.000 kg erzielt werden konnte.

#### 4.1.8.3 Tagebau C: Gesamtstaubemissionen steigen langfristig; Abnahme in einem Jahr

**Tabelle 18: Jährliche Gesamtstaubemissionen und Änderungen eines fiktiven Tagebaues C.**

Jahr [a]	1	2	3	4
Gesamtstaubemission [kg]	100.000	150.000	200.000	180.000
Änderung (absolut) [kg]	-	+50.000	+50.000	-20.000

Die Gesamtstaubemissionen von Tagebau C steigen in den Jahren 1 bis 3 kontinuierlich an. Im vierten Jahr werden 20.000 kg weniger Staub als im Vorjahr emittiert. Unter Anwendung der bisherigen Beurteilungsvorgabe würde die Beurteilung positiv ausfallen, die langfristige Verschlechterung jedoch völlig unberücksichtigt bleiben.

#### 4.1.9 Langfristige Betrachtung: ex post

Um die langfristigen Entwicklungen von beobachteten Größen zu berücksichtigen muss die Analysesystematik erweitert werden. Nicht nur die kurzfristige (jährliche) Entwicklung ist zu untersuchen, sondern auch die langfristige, vergangenheitsbezogene Entwicklung ist einzubeziehen.

Am Beispiel des Staubindikators  $D$  wird die Erweiterung dargestellt. Da die Erläuterung der Systematik bei der Bildung von Indikatoren in diesem Abschnitt im Vordergrund steht, wird aus Anschaulichkeitsgründen die Vorgehensweise nur für die Gesamtstaubemissionen dargestellt.

Die Systematik zur Entwicklung des Indikators  $D$  bestand aus

1. der Formulierung der Zielvorgaben,
2. der mathematischen Darstellung der Zielvorgaben,
3. der Verknüpfung der Zielvorgaben zur Bildung des Booleschen Indikators sowie
4. der Transformation des Booleschen Indikators in einen quantifizierbaren Term.

##### 4.1.9.1 Formulierung der Zielvorgaben

Die Zielvorgabe in Bezug auf die Staubemissionen lautet:

„Eine positive Entwicklung liegt dann vor, wenn

- i. kurzfristig die absoluten Staubemissionen reduziert werden oder gleich bleiben

ODER

- ii. die aktuellen Staubemissionen ‚kleiner oder gleich‘ den langfristigen Mittelwerten sind

UND

- iii. gleichzeitig die langfristige Tendenz abnehmend ist.“

#### 4.1.9.2 Mathematische Darstellung der Zielvorgaben

Bei der mathematischen Darstellung der Zielvorgaben kann für die erste Teilaussage direkt auf Gleichung 1 zurückgegriffen werden:

$$m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \quad \text{Gleichung 8}$$

mit

$m_{\text{Staub},t}$  : emittierte Staubmenge im Jahr  $t$ .

$m_{\text{Staub},t-1}$  : emittierte Staubmenge im Vorjahr ( $t - 1$ ).

Die zweite Teilaussage wird mathematisch folgendermaßen dargestellt:

$$m_{\text{Staub},t} \leq \frac{1}{t-t_0} \sum_{t_0}^{t-1} m_{\text{Staub},t_i} \quad \text{Gleichung 9}$$

mit

$m_{\text{Staub},t}$  : emittierte Staubmenge im Jahr  $t$ .

$m_{\text{Staub},t_i}$  : emittierte Staubmenge im Jahr  $t_i$ .

Gleichung 9 vergleicht die Gesamtstaubemissionen  $m_{\text{Staub},t}$  zum Zeitpunkt der Erhebung  $t$  mit dem Mittelwert der vorangegangenen Jahre  $t - t_0$ , also ist die Aussage dann wahr, wenn die ‚kleiner oder gleich‘ Verknüpfung ( $\leq$ ) erfüllt ist.

#### 4.1.9.3 Verknüpfung der Zielvorgaben zur Bildung des Booleschen Indikators

Gleichung 8 und Gleichung 9 werden nun durch den Booleschen Operator ODER gemäß der Aussagen i und ii sowie mittels UND gemäß der Aussage iii verbunden (siehe Gleichung 10).

$$\left( m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \vee m_{\text{Staub},t} \leq \frac{1}{t-t_0} \sum_{i=t_0}^{t-1} m_{\text{Staub},i} \right) \wedge m_{\text{Staub},t} \leq \frac{1}{t-t_0} \sum_{i=t_0}^{t-1} m_{\text{Staub},i} \quad \text{Gleichung 10}$$

mit

$m_{\text{Staub},t}$  : emittierte Staubmenge im Jahr  $t$ .

$m_{\text{Staub},i}$  : emittierte Staubmenge im Jahr  $i$ .

#### 4.1.9.4 Transformation des Booleschen Indikators in einen quantifizierbaren Term

Wie beschrieben, wird der Boolesche Term nunmehr in die elementare Algebra transformiert (siehe Gleichung 11).

$$\left( \left\{ m_{\text{Staub},t} \leq m_{\text{Staub},t-1} \right\} + \left\{ m_{\text{Staub},t} \leq \frac{1}{t-t_0} \sum_{i=t_0}^{t-1} m_{\text{Staub},i} \right\} \right) * \left\{ m_{\text{Staub},t} \leq \frac{1}{t-t_0} \sum_{i=t_0}^{t-1} m_{\text{Staub},i} \right\} \quad \text{Gleichung 11}$$

mit

$m_{\text{Staub},t}$  : emittierte Staubmenge im Jahr  $t$ .

$m_{\text{Staub},i}$  : emittierte Staubmenge im Jahr  $i$ .

#### 4.1.9.5 Anwendung auf die Fallbeispiele

In den folgenden Tabellen ist in Zeile 6 das Ergebnis der Auswertung bei Anwendung von Gleichung 11 auf die drei genannten Fallbeispiele dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass in den Fällen der Tagebaue A und B die Entwicklung mit 1 bewertet wird. Auf einer Skala von 0 bis 2 ist dies somit eine positive Bewertung der Situation. Tagebau C erhält mit dem Wert 0 eine negative Bewertung, obwohl kurzfristig eine Abnahme der Emissionen erfolgt ist. Der Vergleich zu Tagebau B, bei dem kurzfristig die Emissionen zunehmen und der trotzdem eine positive Bewertung erhält, zeigt jedoch, dass im Falle von Tagebau C eine langfristige Verschlechterung der Situation vorliegt. Auch die Emissionsreduktion im letzten Jahr ändert nichts an der Tendenz, verlangsamt sie jedoch.

Tabelle 19: Ermittlung des Gesamtergebnisses der Analyse der Staubemissionen des Tagebaues A.

	Jahr [a]	1	2	3	4
1	Gesamtstaubemission [kg]	100.000	101.000	99.000	100.000
2	Änderung zu Vorjahr [kg]	-	1.000	-2.000	1.000
3	Mittelwert [kg] zum Zeitpunkt der Erhebung	-	100.000	100.500	100.000
4	Analyse kurzfristig = jährlich*	-	0	1	0
5	Analyse langfristig*	-	0	1	1
6 (4 + 5) * 5	Gesamtergebnis	-	0	2	1

\*: 0 = Erhöhung; 1 = Reduzierung

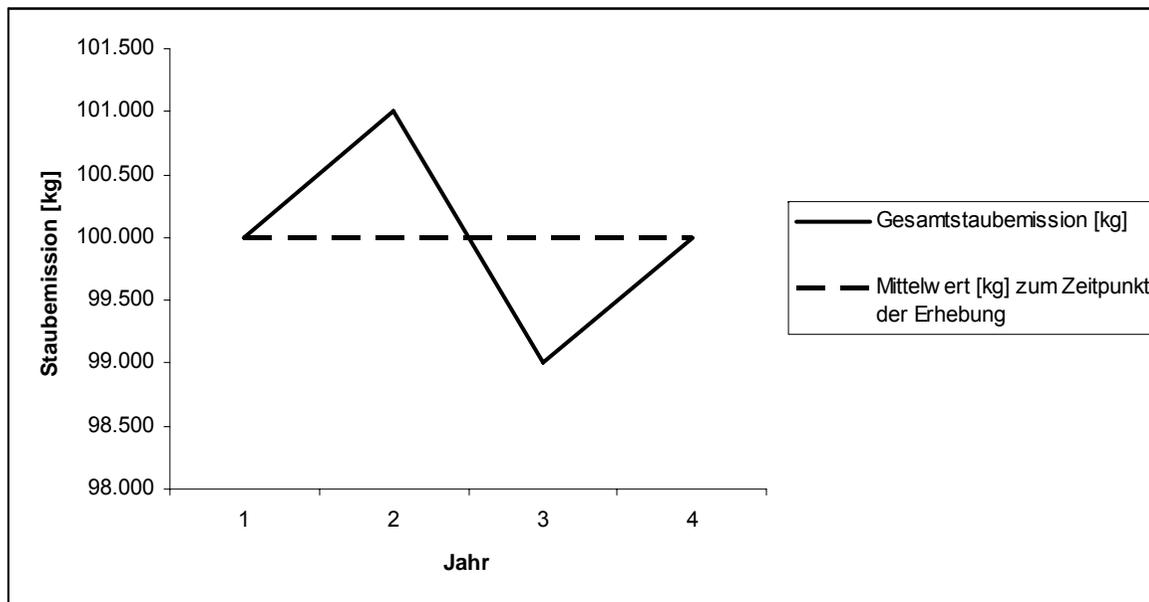
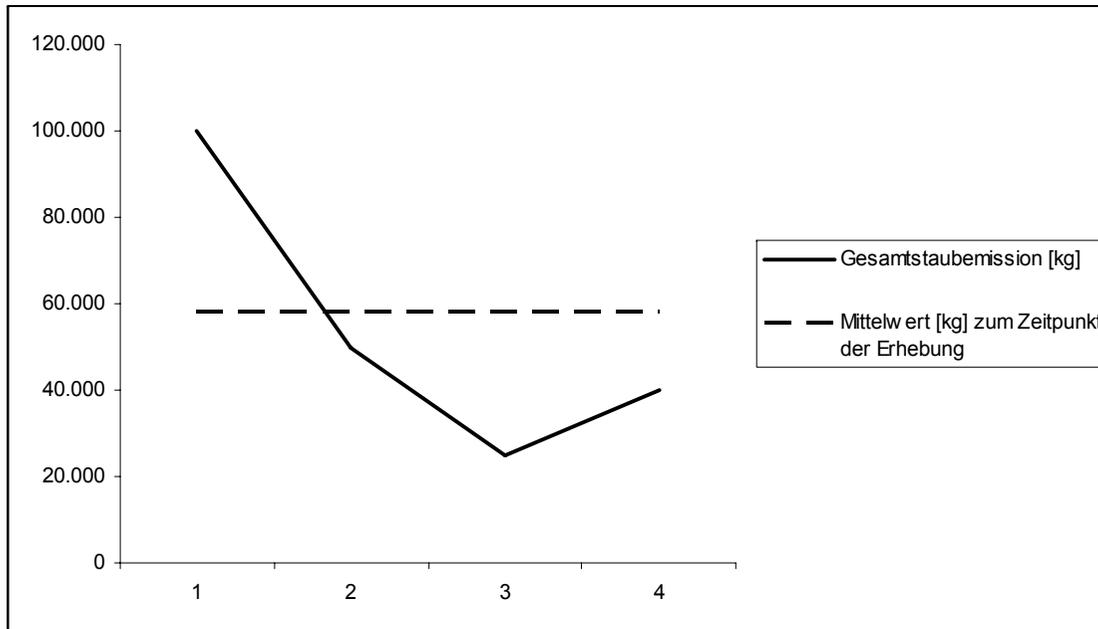


Abbildung 3: Gesamtstaubemissionen und Mittelwert zum Zeitpunkt der Erhebung von Tagebau A.

**Tabelle 20: Ermittlung des Gesamtergebnisses der Analyse der Staubemissionen des Tagebaues B.**

	Jahr [a]	1	2	3	4
1	Gesamtstaubemission [kg]	100.000	50.000	25.000	40.000
2	Änderung zu Vorjahr [kg]	-	-50.000	-25.000	15.000
3	Mittelwert [kg] zum Zeitpunkt der Erhebung	-	100.000	75.000	58.333
4	Analyse kurzfristig = jährlich*	-	1	1	0
5	Analyse langfristig*	-	1	1	1
6 (4 + 5) * 5	Gesamtergebnis	-	2	2	1

\*) : 0 = Erhöhung; 1 = Reduzierung



**Abbildung 4: Gesamtstaubemissionen und Mittelwert zum Zeitpunkt der Erhebung von Tagebau B.**

Tabelle 21: Ermittlung des Gesamtergebnisses der Analyse der Staubemissionen des Tagebaues C.

	Jahr [a]	1	2	3	4
1	Gesamtstaubemission [kg]	100.000	150.000	200.000	180.000
2	Änderung zu Vorjahr [kg]	-	50.000	50.000	-20.000
3	Mittelwert [kg] zum Zeitpunkt der Erhebung	-	100.000	125.000	150.000
4	Analyse kurzfristig = jährlich	-	0	0	1
5	Analyse langfristig	-	0	0	0
6 (4 + 5) * 5	Gesamtergebnis	-	0	0	0

\*) : 0 = Erhöhung; 1 = Reduzierung

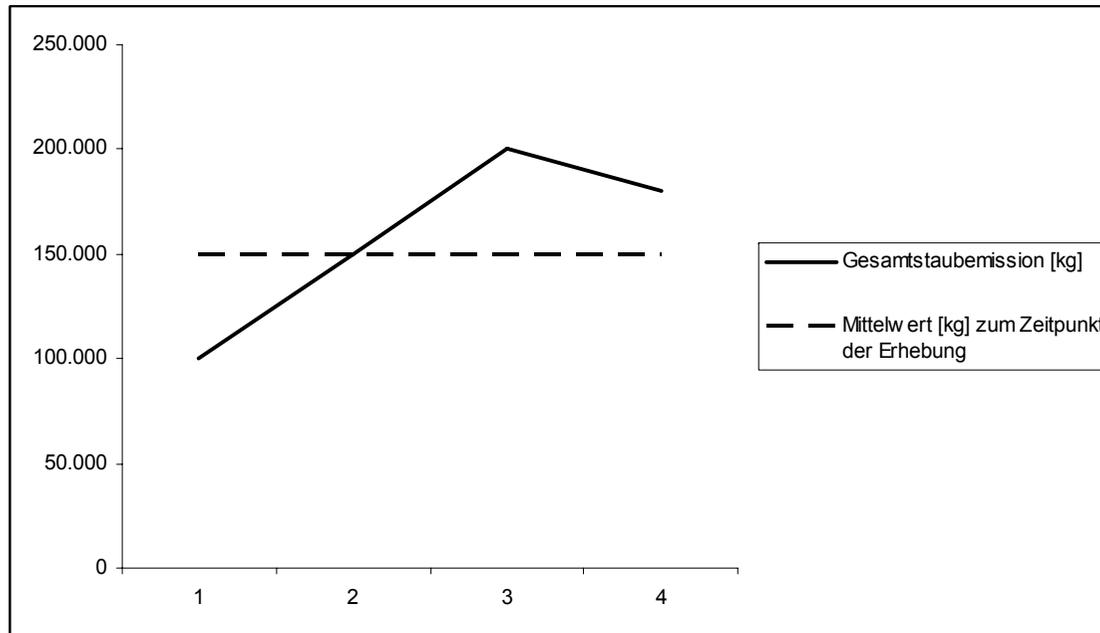


Abbildung 5: Gesamtstaubemissionen und Mittelwert zum Zeitpunkt der Erhebung von Tagebau C.

## 4.2 Zusammenfassung und Analyse

Die genannten Beispiele machen deutlich, dass mit dieser Methode, ausgehend von Zielvorgaben, eine differenzierte Betrachtung der Zielerreichung möglich ist. Die Art der Aussagen bestimmt hierbei die Form und Verwendbarkeit der Ergebnisse.

Mit der vorgestellten Systematik können sowohl quantifizierbare wie auch qualitative Zielvorgaben in einen Indikator integriert und ausgewertet werden. Es ist weiterhin möglich, die Realität beliebig komplex abzubilden. Insbesondere Abhängigkeiten verschiedener Variablen untereinander können Berücksichtigung finden.

Wie bei der beispielhaft durchgeführten langfristigen ex post Betrachtung gezeigt, lassen sich sowohl kurzfristige wie auch langfristige Entwicklungen abbilden und analysieren. Es muss jedoch beachtet werden, welche Annahmen bei der Wahl und Verknüpfung der Aussagen getroffen werden. So ist beispielsweise bei den Tagebauen B und C in der langfristigen ex post Betrachtung zu bedenken, dass bei Fortgang der letztjährigen Entwicklungen Tagebau B in zwei Jahren negativ zu bewerten ist, Tagebau C jedoch positiv – im Gegensatz zu der Bewertung der aktuellen Situation (siehe dort). Dies bedeutet, dass beispielsweise der Einbezug einer ex ante Betrachtung in den Indikator mittels der Fortschreibung der kurzfristigen Entwicklung (also die Extrapolation des Vorjahres-Wertes) die Ergebnisse grundlegend verändern kann. Die negative Beurteilung mit dem Wert 0 ist für Tagebau C also ausschließlich für die bisherige Entwicklung gerechtfertigt.

Es ist jedoch hierbei zu berücksichtigen, welche Frage untersucht werden soll. In Frage stand die tatsächliche Auswirkung der Staubemissionen auf die Umwelt zum Zeitpunkt der Erhebung. Die tatsächlichen Auswirkungen von Emissionen und Schadstoffen in der Umwelt entstehen durch die bereits erfolgten Schadstoffeinträge in die Natur. Im Rahmen einer solchen Untersuchung ist somit nicht maßgeblich, ob *in Zukunft* die Emissionen geringer sein werden, da dies zu keiner Verbesserung der *gegenwärtigen* Situation führt.

Im nachfolgenden Kapitel werden aufbauend auf dieser Systematik Nachhaltigkeitsindikatoren definiert.



## 5 Nachhaltigkeitsindikatoren für den Bergbau

Die im vorangegangenen Kapitel vorgestellte Systematik zur Entwicklung von Indikatoren bildet die Grundlage für die in den folgenden Abschnitten aufgeführten Indikatoren.

Die Komplexität der Indikatoren ist beliebig hoch, zumal die Systematik mit gängigen Tabellenkalkulationsprogrammen einfach und übersichtlich umgesetzt werden kann. Die Nachhaltigkeitsindikatoren setzen sich aus mehreren Teil-Indikatoren (Kennzahlen oder Kenngrößen sowie qualitative Zielvorgaben) zusammen.

In diesem Zusammenhang wird unter einem Indikator ein quantitatives Maß verstanden, das gemessen oder beschrieben und über die Zeit beobachtet werden kann und welches darüber hinaus fähig ist, den gegenwärtigen Status und oder geänderte Richtungen aufzuzeigen und aus dessen Ergebnis sich die Notwendigkeit von Verbesserungs- oder zumindest Handlungsbedarf ablesen lässt.

Die vorgelegten Nachhaltigkeitsindikatoren beschränken sich auf den Betrachtungsrahmen „Bergbau“. Hieraus resultieren auch andere Anforderungen an die Indikatoren:

- Möglichst übergreifend einsetzbar trotz Berücksichtigung der verschiedenen Rohstoffgruppen und Bergbauarten, wobei Öl und Gas hier nicht betrachtet werden
- Möglichst vergleichbar innerhalb der einzelnen Rohstoffgruppen
- Möglichst auf den gesamten Lebenszyklus eines Bergwerkes anwendbar
- Ermittelbar, messbar, quantifizierbar sowie verifizierbar
- National und international verwendbar
- Aktuell und über die Zeit verfolg- und nachvollziehbar
- Handhabbar, d.h. eine möglichst geringe Zahl von Indikatoren
- Als Entscheidungsinstrument zur Beurteilung von Projekten, Betrieben und Sektoren einsetzbar

In diesem Zusammenhang sind folgende Vorbemerkungen zu machen:

Ziel der Arbeit ist es, eine Analysesystematik (*assessment system*) zu erarbeiten.

Insofern sind die hier vorgestellten und verwendeten Indikatoren beispielhaft zu verstehen. Die vorgestellte Systematik ist ausgelegt auf Flexibilität hinsichtlich der Art und der Anzahl der genutzten Indikatoren. Obwohl die im Folgenden genutzten Indikatoren beispielhaft verwendet werden, sind sie nicht willkürlich gewählt, sondern gezielt im Hinblick auf die Analysesystematik entwickelt worden. Im Anwendungsfall sollten die Indikatoren jedoch gegebenenfalls so modifiziert werden, dass die Randbedingungen vor Ort realistischer abgebildet werden.

Vor diesem Hintergrund und um den Rahmen dieser Publikation nicht unnötig zu sprengen, werden nur die ökologischen Indikatoren mehrdimensional vorgestellt. Letztendlich beruht dies auf der Tatsache, dass die Randbedingungen in jedem Bergwerk unterschiedlich sind und erst dann Berücksichtigung finden können.

Die Systematik ist jedoch auch auf die ökonomischen und sozialen Indikatoren anwendbar.

Des Weiteren ist anzumerken, dass zwar eine Klassifizierung der Indikatoren in die drei klassischen Säulen „Ökologie“, „Ökonomie“ und „Soziales“ durchgeführt wird, diese jedoch bei Verwendung der vorgestellten Vorgehensweise nur noch bedingt zutrifft. Explizites Ziel ist es, dimensionsübergreifende Nachhaltigkeitsindikatoren zu formulieren. Bei den „ökologischen“ Indikatoren wird deutlich, dass die Zuweisung zu einer einzigen Dimension nicht mehr eindeutig ist und nur noch der Strukturierung der Indikatoren dient. Analog lassen sich die Indikatoren in den anderen beiden Säulen formulieren.

Durch diese Vorgehensweise entfällt zudem eine weitere Problematik bei der Bildung von Indikatoren: die Ausgewogenheit der Anzahl der Indikatoren in den einzelnen Säulen. Bisherige Beurteilungssysteme haben sich oftmals dem Vorwurf ausgesetzt gesehen, zu einseitig nur eine oder zwei Dimensionen zu betrachten, da nicht gleich viele Indikatoren pro Säule verwendet wurden. Diese Systemkritik wird bei der Entwicklung von dimensionsübergreifenden Indikatoren vermeidbar. Dimensionsübergreifende Nachhaltigkeitsindikatoren werden problem- und zielorientiert entwickelt. Ihre Art und Anzahl hängt ausschließlich von den Zielvorgaben ab.

In den folgenden Abschnitten werden insgesamt 29 Indikatoren dargestellt.

Grundsätzlich wird zu jedem Indikator eine Formulierung für die starke sowie auch für die schwache Nachhaltigkeit formuliert.

Tabelle 22: Übersicht zu den Nachhaltigkeitsindikatoren.

Säule	Indikatorname (Englisch)	Zeichen
Ökologie	Staub (Pollution, Dust)	$P_D$
	Klimarelevante Gase (Pollutant, Green House Gases)	$P_{GHG}$
	Nicht-Klimarelevante Gase (Pollutant, Non Green House Gases)	$P_{non-GHG}$
	Bodenemissionen (Pollutant, Soil Pollutants)	$P_{sp}$
	Wasseremissionen (Pollutant, Water Pollutants)	$P_{wp}$
	Flächeninanspruchnahme (Utilization, Area)	$U_A$
	Energieinanspruchnahme (Utilization, Energy)	$U_E$
	Wasserinanspruchnahme (Utilization, Water)	$U_W$
	Freiwillige Leistungen, ökologisch (Voluntary Investment, Ecology)	$VIE^{228}$
Ökonomie	Wirtschaftliche Leistung (Profit)	$Pr$
	Rendite (Total Shareholder Return)	TSR
	Investitionen in Anlagevermögen (Investment, Plant)	$Inv_{plant}$
	Investitionen in F&E (Investment, Research and Development)	$Inv_{R\&D}$
	Ausstehende Schadensregulierung (Cost, Compensation to be paid)	$C_{comp, tbp}$
	Entstandene Schäden (Cost, Loss)	$C_{loss}$
	Rückstellungen (Provisions, Legal compliant)	$Prov_{LC}$
	Wertschöpfung (Added Value, Economic)	$AV_{econ}$
	Fördermenge (Production)	Prod
	Freiwillige Leistungen, Infrastruktur (Voluntary Investment, Infrastructure)	$VII^{228}$
Gesellschaft/ Soziales	Jahresurlaub (Vacation)	Vac
	Arbeitszeit (Labour Time)	LT
	Kinderarbeit (Child Labour)	CL
	Einkommen (Purchasing Power)	PP
	Freiwillige betriebliche Leistungen (Voluntary Allowances, Company)	$VA_{comp}$
	Arbeitsunfälle (Occupational Accident)	OA
	Beschäftigung (Employment)	Emp
	Sozio-ökonomische Wertschöpfung (Added Value, Socio-Economic)	$AV_{soc-econ}$
	Umsiedlung (Resettlement)	Res
	Freiwillige Leistungen, sozial (Voluntary Investment, Social)	$VIS^{228}$

<sup>228</sup> Die drei Indikatoren VIE, VII und VIS werden hier nur formell jeweils einer Säule zugeordnet. Sie werden gemeinsam im Anschluss an die übrigen Indikatoren betrachtet.

## 5.1 Nachhaltigkeitsindikatoren für die ökologische Säule

Indikatoren, welche die Auswirkungen anthropogener Handlungen auf die Umwelt messbar und beurteilbar machen wollen, sind, je nach zugrunde gelegtem Ansatz, sehr verschieden und oftmals auf bestimmte Probleme ausgerichtet. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Rohstoffwirtschaft.

Ein Indikator kann definiert werden als „etwas, das eine Einsicht in eine Fragestellung größerer Bedeutung gibt oder eine Entwicklung oder ein Phänomen sichtbar macht, das nicht sofort erkennbar ist“.<sup>229</sup> In der ökologischen Säule gilt es mit Hilfe entsprechender Indikatoren, die Umweltqualität und ihre Veränderung aufgrund der temporären Einwirkung der Rohstoffwirtschaft abzubilden. Welche Bestandteile oder Eigenschaften die Qualität der Umwelt ausmachen, wird jedoch auf internationaler Ebene noch unterschiedlich bewertet.

Zumeist werden jedoch als von der Rohstoffwirtschaft beeinflusste Umweltmedien Boden, Luft und Wasser aufgeführt. Als weitere durch die Rohstoffgewinnung beeinflusste ökologische Belange werden beispielsweise Biodiversität, Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit, Veränderung des Landschaftsbildes, Eutrophierung, Versauerung (Acid Mine Drainage), Klimawandel, Degradierung und Reduzierung natürlicher Ressourcen (biotische wie abiotische) genannt.<sup>230,231,232,233</sup>

Grundsätzlich gilt jedoch:

Ziel des Konzeptes der nachhaltigen Entwicklung in Bezug auf die natürliche Umwelt ist es,

- einen verantwortungsvollen Umgang mit den natürlichen Ressourcen und der Umwelt zu fördern und bereits vorliegende Schäden zu sanieren,
- Abfälle, Emissionen und Umwelteinwirkungen entlang der gesamten Versorgungskette zu minimieren,

---

<sup>229</sup> WBG (1998): Pollution Prevention and Abatement Handbook.

<sup>230</sup> Vgl. ebda.

<sup>231</sup> Vgl. UNSD (2000):

<sup>232</sup> Vgl. NRCAN (2003): Minerals and Metals Initiative.

<sup>233</sup> Vgl. EU (2003): Thematische Strategie für die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen.

- umsichtig und vorsichtig zu handeln, wenn Auswirkungen ungewiss oder unbekannt sind,
- innerhalb der Grenzen des vorliegenden Ökosystems zu wirtschaften und (hinsichtlich seiner Anfälligkeit, Schutzwürdigkeit, Seltenheit, Wichtigkeit o.ä.) kritisches natürliches Kapital zu schützen.<sup>234</sup>

Die Indikatoren bestehen aus drei miteinander verknüpften Dimensionen:

1. Ökologische Zielvorgabe,
2. Gesetzliche und sektorale Zielvorgabe und
3. Soziale Zielvorgabe.

Diese Struktur liegt grundsätzlich vor, auch wenn die einzelnen Aussagen (mathematische Ausdrücke) in Einzelfällen unterschiedlich sein können.

### 5.1.1 Ökologische Zielvorgabe

Die ökologische Zielvorgabe umfasst zwei Bedingungen, die einzuhalten sind:

1. Reduktion: Generelle Vorgabe in Bezug auf die ökologischen Auswirkungen ist die Reduktion und Minimierung von Umweltauswirkungen sowie von Verbräuchen. Diese Forderung in der ökologischen Säule ergibt sich qua definitione, da nur die tatsächliche Abnahme von Umwelteinwirkungen zu einer Verbesserung der Umweltsituation führen kann.
2. Entkopplung: Als zweite Zielvorgabe wird die Entkopplung von Emission und Verbrauch von der Menge produzierter Güter vorgegeben. Diese Vorgabe ist etwas „schwächer“ als die erste. Das Ziel der Entkopplung wirkt bei der hier gewählten Systematik auch nur bei der schwachen Nachhaltigkeit.

### 5.1.2 Gesetzliche und sektorale Zielvorgabe

Die gesetzliche und sektorale Zielvorgabe umfasst zwei Aspekte:

1. Einhaltung gesetzlicher Vorgaben (Legal Compliance, LC):  
Diese Zielvorgabe ist bei dem im Rahmen dieser Arbeit gewählten Ansatz letztendlich die maßgebende. Nachhaltige Entwicklung gründet sich – wie schon im

---

<sup>234</sup> Vgl. MMSD (2002): Breaking New Ground, eigene Übersetzung.

Brundtland-Bericht erwähnt – auf politischen und gesellschaftlichen Konsens. Im Rahmen einer theoretischen Betrachtung können keine anderen als die von Nation zu Nation durchaus unterschiedlichen Zielvorgaben eingefordert werden. Nur dort, wo internationale Konventionen verpflichtend sind, können höhere Maßstäbe angesetzt werden. Die hier vorgestellte Systematik ist gegenüber solchen Fragen jedoch flexibel. Die gesetzlichen Vorgaben, respektive die Grenzwerte, die sich aus gesetzlichen Vorgaben ergeben, können im Indikator durch andere substituiert werden. Es ist in diesem Zusammenhang auch möglich, beispielsweise strengere sektorale Vorgaben als Zielvorgabe zu definieren.

2. Vergleich mit den Standards im Sektor (Sectoral Compliance): Diese Vergleichssektor kann dabei der nationale oder internationale Standard sein. Die Vorgabe spricht dabei zwei Aspekte nachhaltiger Entwicklung an:
  - a. Eine Forderung des operationalisierten Paradigmas der nachhaltigen Entwicklung umfasst die Schonung der Umwelt durch Einsatz des Standes der Technik im betreffenden Wirtschaftssektor. Durch den Vergleich der Leistung des Betriebes mit dem Sektor kann der Stand der Technik berücksichtigt werden. Dadurch ist zudem eine Beurteilung der Produktivität und Effizienz des Betriebes möglich.
  - b. Des Weiteren beinhaltet das Konzept der nachhaltigen Entwicklung die Forderung, moderne und effiziente Technik auch Entwicklungsländern verfügbar zu machen. Durch den Einsatz von moderner Technologie in Betrieben in solchen Ländern wird aktiv auch die Entwicklung der Menschen befördert (Ausbildung und Fortbildung).

### **5.1.3 Soziale Zielvorgabe**

Bei den sozialen Zielvorgaben werden zwei Aspekte berücksichtigt:

1. Grad der Zustimmung (Acceptance): der Grad der Zustimmung erfasst, ob die getroffenen Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen oder Umweltinanspruchnahmen nicht nur gesetzlich erfüllt werden, sondern auch gesellschaftlich akzeptiert sind. Letztendlich wird mit diesem Faktor der partizipative Aspekt der Leitidee ‚nachhaltige Entwicklung‘ berücksichtigt. Im Rahmen der gesellschaftlichen Verantwortung eines Betriebes hat dieser nicht nur auf die

Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zu achten, sondern sollte dieser ebenfalls die Sozialverträglichkeit seiner Handlungen bewerten. Insbesondere dort, wo die Rechte indigener Völker in gesetzlichen Vorschriften keine Berücksichtigung finden, wird dieser Faktor relevant.

2. Kompensationsmaßnahmen (Compensation): Dieser Faktor ist eine sozioökonomische Variable, die die vom Betrieb geleisteten Kompensationsmaßnahmen bewertet. Dort, wo Eingriffe zu Lasten von Anwohnern geschehen, können nicht immer technische Lösungen zur Minderung der Belastungen gefunden werden. Mit diesem Teilindikator wird verglichen, inwieweit kompensatorische Maßnahmen durch den Betrieb ergriffen werden.

#### 5.1.4 Genereller Aufbau der ökologischen Indikatoren

Die Ausdrücke innerhalb der Indikatoren werden mit den Werten 1 oder 0 bewertet. Der Wert 1 kennzeichnet die Erfüllung der Vorgabe. Bei Nichterfüllung erhält der Ausdruck den Wert 0. Die bewerteten Ausdrücke stellen nunmehr eine Kombination aus den Werten 1 und 0 dar, die durch Addition und Multiplikation miteinander verknüpft sind. Nach Durchführung der Rechenoperationen ergibt sich der Ergebniswert.

Der Aufbau der Nachhaltigkeitsindikatoren ist bei der Forderung nach starker Nachhaltigkeit komplexer als bei der schwachen Nachhaltigkeit.

##### 5.1.4.1 Starke Nachhaltigkeit

Die aussagenbasierten mathematischen Terme haben grundsätzlich folgende Struktur:

$$\left( \left( \{ \text{Reduktion} \} + \{ \text{Entkopplung} \} \right) * \{ \text{Reduktion} \} \right) * \left( \left( \left( \{ \text{Legal Compliance} \} + \{ \text{Sectoral Compliance} \} \right) * \{ \text{Legal Compliance} \} \right) + \left( \left( \{ \text{Acceptance} \} + \{ \text{Compensation} \} \right) * \{ \text{Acceptance} \} \right) \right) * \left( \left( \{ \text{Legal Compliance} \} + \{ \text{Sectoral Compliance} \} \right) * \{ \text{Legal Compliance} \} \right)$$

Durch die Bewertung der einzelnen Vorgaben erhalten die jeweiligen Formelbestandteile den Wert 1 oder 0, so dass sich nach Ausführung der Rechenoperationen ein Gesamtergebnis zwischen 0 und 16 ergeben kann. Der Wert 0 stellt hierbei die Nichterfüllung mindestens der ökologischen oder der gesetzlichen Zielvorgabe oder beider dar. Sollten diese zwei Forderungen nicht erfüllt sein, ist das Ergebnis – unabhängig von der Akzeptanz bei der Bevölkerung oder von der Zahlung entsprechender Kompensationszahlungen – immer gleich null.

Folgende Beispiele sollen dies erläutern:

#### Fall 1:

Der Betrieb erreicht die Reduktion der in Frage stehenden Emissionen (Reduktion = 1) sowie Entkopplung (Entkopplung = 1), aber erfüllt nicht die gesetzlichen Vorschriften (Legal Compliance = 0). Alle anderen Variablen sind in diesem Fall nicht relevant und sollen als erfüllt gelten, also den Wert 1 erhalten. Somit ergibt sich für die Bewertung der Umwelt-Leistung (Performance) des Betriebs im Fall der gedachten Emission E:

$$\begin{aligned}
 E &= ((1+1)*1)^* && \text{Ökologische Forderung} \\
 &\left( \begin{array}{l} ((0+1)*0) + \\ ((1+1)*1) \end{array} \right)^* && \text{Legal, Sectoral Compliance sowie Social Compliance} \\
 &((0+1)*0) && \text{Legal, Sectoral Compliance} \\
 &= 2^* \\
 &2^* \\
 &0 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

#### Fall 2:

Der Betrieb erreicht eine Reduktion der in Frage stehenden Emissionen (Reduktion = 1), Entkopplung (Entkopplung = 1) und erfüllt die gesetzlichen Vorgaben (LC = 1), aber erfüllt nicht die Social Compliance (Akzeptanz = 0). Alle anderen Variablen sind in diesem Fall nicht relevant und sollen als nicht erfüllt gelten, also den Wert 0 erhalten. Somit ergibt sich für die Bewertung der Umwelt-Leistung (Performance) des Betriebs im Fall der gedachten Emission E:

$$\begin{aligned}
 E &= ((1+1)*1)^* && \text{Ökologische Forderung} \\
 &\left( \left( (1+0)*1 \right) + \left( (0+0)*0 \right) \right)^* && \text{Legal, Sectoral Compliance sowie Social Compliance} \\
 &((1+1)*1) && \text{Legal, Sectoral Compliance} \\
 &= 2^* \\
 &1^* \\
 &2 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

#### 5.1.4.2 Schwache Nachhaltigkeit:

In Bezug auf die Bewertung des gleichen Sachverhaltes unter dem Aspekt der schwachen Nachhaltigkeit, ist die einzige mindestens zu erfüllende Vorgabe die Einhaltung der gesetzlichen Richtlinien. Die Punkteskala reicht hier von 0 (nicht nachhaltig) bis zum Wert 3 (nachhaltig).

$$\left( \{ \text{Reduktion} \} + \{ \text{Entkopplung} \} + \{ \text{Legal Compliance} \} \right)^* \{ \text{Legal Compliance} \}$$

##### Fall 1:

Der Betrieb erreicht Reduktion der in Frage stehenden Emissionen (Reduktion = 1) sowie Entkopplung (Entkopplung = 1), aber erfüllt nicht die gesetzlichen Vorschriften (Legal Compliance = 0).

Somit ergibt sich für die Bewertung der Umwelt-Leistung (Performance) des Betriebs im Fall der gedachten Emission E:

$$E = (1 + 1 + 0)^* 0 = 0$$

##### Fall 2:

Der Betrieb erreicht keine Reduktion der in Frage stehenden Emissionen (Reduktion = 0), aber eine Entkopplung (Entkopplung = 1) und erfüllt die gesetzlichen Vorgaben (LC = 1).

Für die Umwelt-Leistung (Performance) des Betriebs im Fall der gedachten Emission E ergibt sich dann:

$$E = (0 + 1 + 1)^* 1 = 2$$



### 5.1.5 Ökologische Nachhaltigkeitsindikatoren

Nachfolgend sind die Nachhaltigkeitsindikatoren für die ökologische Säule aufgeführt. Zu den Indikatoren, die noch weiterer Erläuterungen bedürfen, sind diese jeweils angefügt.

**Tabelle 23: Übersicht über die ökologischen Indikatoren.**

Nr.	Indikatorname (Englisch)	Zeichen
1	Staub (Pollution, Dust)	P <sub>D</sub>
2	Klimarelevante Gase (Pollutant, Green House Gases)	P <sub>GHG</sub>
3	Nicht-Klimarelevante Gase (Pollutant, Non Green House Gases)	P <sub>NON-GHG</sub>
4	Bodenemissionen (Pollutant, Soil Pollutants)	P <sub>sp</sub>
5	Wasseremissionen (Pollutant, Water Pollutants)	P <sub>wp</sub>
6	Flächeninanspruchnahme (Utilization, Area)	U <sub>A</sub>
7	Energieinanspruchnahme (Utilization, Energy)	U <sub>E</sub>
8	Wasserinanspruchnahme (Utilization, Water)	U <sub>W</sub>
9	Freiwillige Leistungen, ökologisch (Voluntary Investment, Ecology)	VIE <sup>235</sup>

---

<sup>235</sup> Dieser Indikator wird gesondert auf Seite 202 im Anschluss an die übrigen Nachhaltigkeitsindikatoren betrachtet.

5.1.5.1 Indikator: Staub,  $P_D$  (Pollution, Dust)

Starke Nachhaltigkeit:

$$\left( \left( \left\{ m_{D,t} \leq m_{D,t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{D,t}}{m_{tot,t}} \leq \frac{m_{D,t-1}}{m_{tot,t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{D,t} \leq m_{D,t-1} \right\} \right) * \left( \left( \left( \left\{ c_{D,t} \leq c_{D,LC} \right\} + \left\{ \frac{m_{D,t}}{m_{D,t-1}} \leq \frac{m_{D,sector,t}}{m_{D,sector,t-1}} \right\} \right) * \left\{ c_{D,t} \leq c_{D,LC} \right\} \right) + \left( \left( \left\{ R_{app} \geq 50\% \right\} + \left\{ Value_{comp} \geq Value_{loss} \right\} \right) * \left\{ R_{app} \geq 50\% \right\} \right) \right) * \left( \left( \left\{ c_{D,t} \leq c_{D,LC} \right\} + \left\{ \frac{m_{D,t}}{m_{D,t-1}} \leq \frac{m_{D,sector,t}}{m_{D,sector,t-1}} \right\} \right) * \left\{ c_{D,t} \leq c_{D,LC} \right\} \right)$$

Schwache Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ m_{D,t} \leq m_{D,t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{D,t}}{m_{tot,t}} \leq \frac{m_{D,t-1}}{m_{tot,t-1}} \right\} + \left\{ c_{D,t} \leq c_{D,LC} \right\} \right) * \left\{ c_{D,t} \leq c_{D,LC} \right\}$$

**Tabelle 24: Benötigte Werte für den Indikator Staub  $P_D$ .**

$m_{D,t}$ ; $m_{D,t-1}$ :	Emittierte Menge im Jahr t bzw. t-1 in kg. (PM 2,5 – PM 500)
$m_{tot,t}$ ; $m_{tot,t-1}$ :	Bewegte Massen (Abraum, Tailings, Rohstoff) im Jahr t bzw. t-1 in t.
$m_{D,sector,t}$ ; $m_{D,sector,t-1}$ :	Emittierte Menge im Vergleichssektor im Jahr t bzw. t-1 in kg.
$C_{D,t}$ :	Konzentration im Jahresmittel im Jahr t in $mg/m^3$ .
$C_{D,LC}$ :	Gesetzlich maximal zulässige Konzentration im Jahresmittel im Jahr t in $mg/m^3$ .
$Value_{comp}$ :	Höhe der geleisteten Kompensationszahlungen in Geldeinheiten.
$Value_{loss}$ :	Höhe der angefallenen Schäden im betroffenen Gebiet in Geldeinheiten.
$R_{app}$ :	Anteil der Bevölkerung, die die Situation in diesem Bereich positiv bewertet in %.

5.1.5.2 Indikator: Klimarelevante Gase , P<sub>GHG</sub> (Pollutant, Green House Gases)

Starke Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{GHG,t}}{m_{prod,t} * c_{prod,t} * c_{prod,t} * m_{rm,t}} \leq \frac{m_{GHG,t-1}}{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * m_{rm,t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,t-1} \right\} * \left( \left( \left( \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,LC} \right\} + \left\{ \frac{m_{GHG,t}}{m_{GHG,t-1}} \leq \frac{m_{GHG,sector,t}}{m_{GHG,sector,t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,LC} \right\} \right) + \left( \left( \left\{ R_{app} \geq 50\% \right\} + \left\{ Value_{comp} \geq Value_{loss} \right\} \right) * \left\{ R_{app} \geq 50\% \right\} \right) \right) * \left( \left( \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,LC} \right\} + \left\{ \frac{m_{GHG,t}}{m_{GHG,t-1}} \leq \frac{m_{GHG,sector,t}}{m_{GHG,sector,t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,LC} \right\} \right)$$

Schwache Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{GHG,t}}{m_{prod,t} * c_{prod,t} * c_{prod,t} * m_{rm,t}} \leq \frac{m_{GHG,t-1}}{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * m_{rm,t-1}} \right\} + \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,LC} \right\} \right) * \left\{ m_{GHG,t} \leq m_{GHG,LC} \right\}$$

**Tabelle 25: Benötigte Werte für den Indikator Klimarelevante Gase  $P_{GHG}$**

$m_{GHG,t} ; m_{GHG,t-1} :$	Emittierte Menge im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{m_{prod,t} * c_{prod,t}}{m_{rm,t} * c_{rm,t}} ; \frac{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1}}{m_{rm,t-1} * c_{rm,t-1}} :$	Ausbringen zum im Jahr t bzw. t-1.
$\frac{c_{prod,t}}{c_{rm,t}} ; \frac{c_{prod,t-1}}{c_{rm,t-1}} :$	Anreicherungsgrad im Jahr t bzw. t-1.
$m_{rm,t} ; m_{rm,t-1}$	Geförderte und aufbereitete Masse des Rohstoffs im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{m_{GHG,t}}{m_{GHG,t-1}} ; \frac{m_{GHG,sector,t}}{m_{GHG,sector,t-1}} :$	Verhältnis der emittierten Mengen im Vergleich zu Vorjahr im Betrieb sowie im Vergleichssektor.
$m_{GHG,LC} :$	Gesetzlich maximal zulässige Emissionsmenge in t.
$Value_{comp} :$	Höhe der geleisteten Kompensationszahlungen in Geldeinheiten.
$Value_{loss} :$	Höhe der angefallenen Schäden in Geldeinheiten.
$R_{app} :$	Anteil der Bevölkerung, die die Situation in diesem Bereich positiv bewertet in %.

Erläuterung $m_{\text{GHG},t}$ :	Emissionen klimarelevanter Gase in die Atmosphäre umfassen:  Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ), Distickstoffmonoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (H-FKW), vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid. ( $\text{SF}_6$ ).
Berechnung $m_{\text{GHG},t}$ :	
	$m_{\text{GHG},t} = \text{GWP}_{\text{CO}_2} * m_{\text{CO}_2} + \text{GWP}_{\text{CH}_4} * m_{\text{CH}_4} + \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} * m_{\text{N}_2\text{O}} +$ $\sum \text{GWP}_{\text{H-FKW}_i} * m_{\text{H-FKW}_i} + \sum \text{GWP}_{\text{FKW}_i} * m_{\text{FKW}_i} + \text{GWP}_{\text{SF}_6} * m_{\text{SF}_6}$
Einheit:	$t_{\text{CO}_2}$ -Äquivalent

Zusätzlich zu den für den Indikator  $P_{\text{GHG}}$  benötigten Größen, sind zur Berechnung der Variablen  $m_{\text{GHG},t}$  folgende Größen zu erheben:

$m_{\text{CO}_2}$ :	Masse an emittiertem Kohlendioxid.	[t]
$m_{\text{CH}_4}$ :	Masse an emittiertem Methan.	[t]
$m_{\text{N}_2\text{O}}$ :	Masse an emittiertem Distickstoffmonoxid.	[t]
$\sum m_{\text{H-FKW}}$ :	Summe der Massen sämtlicher emittierten teilfluorierten Kohlenwasserstoffe.	[t]
$\sum m_{\text{FKW}}$ :	Summe der Massen sämtlicher emittierten vollfluorierten Kohlenwasserstoffe.	[t]
$m_{\text{SF}_6}$ :	Masse an emittiertem Schwefelhexafluorid.	[t]
$\text{GWP}$ :	Treibhauspotential der einzelnen Stoffe.	$\left[ \frac{t_{\text{CO}_2}\text{-Äquivalent}}{t} \right]$

**Tabelle 26: Treibhauspotentiale (GWP) bei 100 Jahren Verweildauer (als CO<sub>2</sub>-Äquivalente).<sup>236</sup>**

Gas	GWP
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	1
Methan (CH <sub>4</sub> )*	21
Distickstoffoxid (N <sub>2</sub> O)	310
HFC-23	11.700
HFC-125	2.800
HFC-134a	1.300
HFC-143a	3.800
HFC-152a	140
HFC-227ea	2.900
HFC-236fa	6.300
HFC-4310mee	1.300
CF <sub>4</sub>	6.500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9.200
C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7.000
C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	7.400
SF <sub>6</sub>	23.900

Bei derzeitigem Stand der Forschung werden folgende Gase für den Treibhauseffekt als relevant erachtet: Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (H-FKW), vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Die Treibhauspotentiale der einzelnen Gase sind in Tabelle 26 aufgeführt. Das GWP für Methan berücksichtigt sowohl direkte Effekte als auch indirekte Wirkungen durch die Entstehung troposphärischen Ozons und stratosphärischen Wasserdampfes. Die indirekten Effekte durch die Entstehung von CO<sub>2</sub> sind nicht erfasst.

---

<sup>236</sup> UBA (2002): Ergebnisse aus dem Kyoto-Protokoll.

5.1.5.3 Indikator: Nicht-Klimarelevante Gase ,  $P_{\text{non-GHG}}$  (Pollutant, Non Green House Gases)

Starke Nachhaltigkeit:

$$\left( \left( \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG},t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{\text{NGHG},t}}{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * \frac{c_{\text{prod},t}}{c_{\text{rm},t}} * m_{\text{rm},t}} \leq \frac{m_{\text{NGHG},t-1}}{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * \frac{c_{\text{prod},t-1}}{c_{\text{rm},t-1}} * m_{\text{rm},t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG},t-1} \right\} \right) * \left( \left( \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG,LC}} \right\} + \left\{ \frac{m_{\text{NGHG},t}}{m_{\text{NGHG},t-1}} \leq \frac{m_{\text{NGHG,sector},t}}{m_{\text{NGHG,sector},t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG,LC}} \right\} \right) + \left( \left( \left\{ R_{\text{app}} \geq 50\% \right\} + \left\{ \text{Value}_{\text{comp}} \geq \text{Value}_{\text{loss}} \right\} \right) * \left\{ R_{\text{app}} \geq 50\% \right\} \right) \right) * \left( \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG,LC}} \right\} + \left\{ \frac{m_{\text{NGHG},t}}{m_{\text{NGHG},t-1}} \leq \frac{m_{\text{NGHG,sector},t}}{m_{\text{NGHG,sector},t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG,LC}} \right\} \right)$$

Schwache Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG},t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{\text{NGHG},t}}{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * \frac{c_{\text{prod},t}}{c_{\text{rm},t}} * m_{\text{rm},t}} \leq \frac{m_{\text{NGHG},t-1}}{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * \frac{c_{\text{prod},t-1}}{c_{\text{rm},t-1}} * m_{\text{rm},t-1}} \right\} + \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG,LC}} \right\} \right) * \left\{ m_{\text{NGHG},t} \leq m_{\text{NGHG,LC}} \right\}$$

**Tabelle 27: Benötigte Werte für den Indikator Nicht Klimarelevante Gase  $P_{\text{non-GHG}}$**

$m_{\text{NGHG},t} ; m_{\text{NGHG},t-1} :$	Emittierte Menge im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t}}{m_{\text{rm},t} * c_{\text{rm},t}} ; \frac{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1}}{m_{\text{rm},t-1} * c_{\text{rm},t-1}} :$	Ausbringen zum im Jahr t bzw. t-1.
$\frac{c_{\text{prod},t}}{c_{\text{rm},t}} ; \frac{c_{\text{prod},t-1}}{c_{\text{rm},t-1}} :$	Anreicherungsgrad im Jahr t bzw. t-1.
$m_{\text{rm},t} ; m_{\text{rm},t-1}$	Geförderte und aufbereitete Masse des Rohstoffs im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{m_{\text{NGHG},t}}{m_{\text{NGHG},t-1}} ; \frac{m_{\text{NGHG},\text{sector},t}}{m_{\text{NGHG},\text{sector},t-1}} :$	Verhältnis der emittierten Mengen im Vergleich zu Vorjahr im Betrieb sowie im Vergleichssektor.
$m_{\text{NGHG},\text{LC}} :$	Gesetzlich maximal zulässige Emissionsmenge in t.
$\text{Value}_{\text{comp}} :$	Höhe der geleisteten Kompensationszahlungen in Geldeinheiten.
$\text{Value}_{\text{loss}} :$	Höhe der angefallenen Schäden in Geldeinheiten.
$R_{\text{app}} :$	Anteil der Bevölkerung, die die Situation in diesem Bereich positiv bewertet in %.

Erläuterung  $m_{\text{NGHG}}$ : Emissionen von schädlichen, nicht treibhauseffekt-relevanten Gasen und Partikeln in die Atmosphäre pro Jahr.

Hierunter fallen Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ), Anorganische Gase (AGA) sowie organische Gase und Dämpfe (OGD).

Berechnung: 
$$m_{\text{NGHG},t} = m_{\text{SO}_2} + m_{\text{CO}} + \sum m_{\text{AGA}} + \sum m_{\text{OGD}}$$

Einheit: [t]

Zu erhebende Größen:

$m_{\text{SO}_2}$ :	Masse an emittiertem Schwefeldioxid.	[t]
$m_{\text{CO}}$ :	Masse an emittiertem Kohlenmonoxid.	[t]
$\sum m_{\text{AGA}}$ :	Summe der Massen sämtlicher emittierter anorganischer Gase.	[t]
$\sum m_{\text{OGD}}$ :	Summe der Massen sämtlicher emittierter organischer Gase und Dämpfe.	[t]



5.1.5.4 Indikator: Bodenemissionen,  $P_{sp}$  (Pollutant, Soil Pollutants)

Starke Nachhaltigkeit:

$$\left( \left( \left\{ m_{sp,weighted,t} \leq m_{sp,weighted,t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{sp,weighted,t}}{m_{prod,t} * c_{prod,t} * c_{prod,t} * m_{rm,t}} \leq \frac{m_{sp,weighted,t-1}}{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * m_{rm,t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{sp,weighted,t} \leq m_{sp,weighted,t-1} \right\} \right) * \left( \left( \left\{ c_{sp,weighted,t} \leq c_{sp,weighted,LC} \right\} + \left\{ \frac{m_{sp,weighted,t}}{m_{sp,weighted,t-1}} \leq \frac{m_{sp,weighted,sector,t}}{m_{sp,weighted,sector,t-1}} \right\} \right) * \left\{ c_{sp,weighted,t} \leq c_{sp,weighted,LC} \right\} \right) + \left( \left( \left\{ R_{app} \geq 50\% \right\} + \left\{ Value_{comp} \geq Value_{loss} \right\} \right) * \left\{ R_{app} \geq 50\% \right\} \right) \right) * \left( \left( \left\{ c_{sp,weighted,t} \leq c_{sp,weighted,LC} \right\} + \left\{ \frac{m_{sp,weighted,t}}{m_{sp,weighted,t-1}} \leq \frac{m_{sp,weighted,sector,t}}{m_{sp,weighted,sector,t-1}} \right\} \right) * \left\{ c_{sp,weighted,t} \leq c_{sp,weighted,LC} \right\} \right)$$

Schwache Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ m_{sp,weighted,t} \leq m_{sp,weighted,t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{sp,weighted,t}}{m_{prod,t} * c_{prod,t} * c_{prod,t} * m_{rm,t}} \leq \frac{m_{sp,weighted,t-1}}{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * m_{rm,t-1}} \right\} + \left\{ c_{sp,weighted,t} \leq c_{sp,weighted,LC} \right\} \right) * \left\{ c_{sp,weighted,t} \leq c_{sp,weighted,LC} \right\}$$

**Tabelle 28: Benötigte Werte für den Indikator Bodenemissionen P<sub>SP</sub>.**

$m_{sp,weighted,t} ; m_{sp,weighted,t-1} :$	Emittierte Menge im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{m_{prod,t} * c_{prod,t}}{m_{rm,t} * c_{rm,t}} ; \frac{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1}}{m_{rm,t-1} * c_{rm,t-1}} :$	Ausbringen zum im Jahr t bzw. t-1.
$\frac{c_{prod,t}}{c_{rm,t}} ; \frac{c_{prod,t-1}}{c_{rm,t-1}} :$	Anreicherungsgrad im Jahr t bzw. t-1.
$m_{rm,t} ; m_{rm,t-1}$	Geförderte und aufbereitete Masse des Rohstoffs im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{m_{sp,weighted,t}}{m_{sp,weighted,t-1}} ; \frac{m_{sp,weighted,sector,t}}{m_{sp,weighted,sector,t-1}} :$	Verhältnis der emittierten Mengen im Vergleich zu Vorjahr im Betrieb sowie im Vergleichssektor.
$c_{sp,weighted,t} :$	Konzentration im Jahresmittel im Jahr t in mg/l.
$c_{sp,weighted,LC} :$	Gesetzlich maximal zulässige Konzentration in mg/l.
$Value_{comp} :$	Höhe der geleisteten Kompensationszahlungen in Geldeinheiten.
$Value_{loss} :$	Höhe der angefallenen Schäden in Geldeinheiten.
$R_{app} :$	Anteil der Bevölkerung, die die Situation in diesem Bereich positiv bewertet in %.

Erläuterung  $m_{sp,weighted,t}$  : Emissionen von Stoffen in den Boden, gewichtet.

Berechnung: 
$$m_{sp,weighted,t} = \sum_{i=1}^7 gw_{Boden,i} * m_i$$

Einheit:  $[t_{Zinc-Equivalent}]$

Zu erhebende Größen:

$m_{Blei}$ :	Masse an emittiertem Blei.	[kg]
$m_{Zink}$ :	Masse an emittiertem Zink.	[kg]
$m_{Cadmium}$ :	Masse an emittiertem Cadmium.	[kg]
$m_{Chrom}$ :	Masse an emittiertem Chrom.	[kg]
$m_{Kupfer}$ :	Masse an emittiertem Kupfer.	[kg]
$m_{Nickel}$ :	Masse an emittiertem Nickel.	[kg]
$m_{Quecksilber}$ :	Masse an emittiertem Quecksilber.	[kg]
$gw_{Boden,j} = \frac{1}{\frac{p_{j,Boden}}{\max[p_{i,Boden}]_{i=1}^7}}$ :	Gewichtungsfaktor für die angegebenen Stoffe.	[-]

Um die Auswirkungen der Rohstoffgewinnung und –verarbeitung auf den Boden zu erfassen, sind die entsprechenden Emissionen zu erfassen, und deren Höhe zu bewerten. Analog zu den Emissionen in die Atmosphäre, die für den Treibhauseffekt verantwortlich sind, können auch bei Emissionen in den Boden unterschiedliche Schädigungspotentiale je nach betrachtetem Stoff ausgemacht werden.

Das Gut Boden als solches ist ein zu abstraktes Schutzgut, für den weltweit anerkannte Emissionsgrenzwerte zu definieren, noch nicht gelungen ist. Im Rahmen dieser Arbeit wird zunächst auf die nationale Gesetzgebung in Form der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung zurückgegriffen (siehe Tabelle 29). Hier werden für einige Elemente maximal zulässige Eintragsfrachten in den Boden festgelegt.

**Tabelle 29: Zulässige Zusatzfrachten gemäß BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.**

Element	Fracht [g/ha × a]
Blei	400
Cadmium	6
Chrom	300
Kupfer	360
Nickel	100
Quecksilber	1,5
Zink	1200

Der Indikator, der die Emissionen in den Boden erfassen soll, stellt einen aggregierten Wert dar. In ihm werden sämtliche in der BBodSchV aufgeführten Stoffe zusammengeführt. Bei der Aggregation sind jedoch die stoffabhängigen, unterschiedlichen Schädigungspotentiale zu berücksichtigen. Da kein explizites einzelnes Schutzgut in Bezug auf den Boden ausgemacht werden kann, in Bezug auf welches Gewichtungsfaktoren ähnlich den Treibhauspotentialen bei den klimarelevanten Emissionen gebildet werden können, wird das Konzept der grenzwertbezogenen Gewichte verwendet. Bei der Ermittlung dieser Gewichte in Bezug auf die Emissionen in den Boden sind die in Tabelle 29 aufgeführten Emissionsgrenzwerte zugrunde gelegt worden. Die grenzwertbezogenen Gewichte werden gebildet, indem der zahlenmäßig größte Wert (Zink: 1200 [g/ha × a]) auf sämtliche Emissionsgrenzwerte

bezogen wird<sup>237</sup>. Die mathematische Rechenvorschrift lässt sich folgendermaßen formulieren:

$$g^{W}_{Boden,j} = \frac{1}{\frac{p_{j,Boden}}{\max[p_{i,Boden}]_{i=1}^7}}$$

wobei mit der Variablen  $p$  die in Tabelle 29 aufgeführten Emissionsgrenzwerte der einzelnen Stoffe bezeichnet seien. In Tabelle 30 sind in der dritten Spalte die so erhaltenen Gewichtungsfaktoren aufgeführt.

**Tabelle 30: Zulässige Zusatzfrachten gemäß BBodSchV ergänzt um die aus den Zusatzfrachten abgeleiteten Gewichtungsfaktoren (Bezugselement ist Zink).**

Element	Fracht [g/ha × a]	Gewichtungsfaktor
Blei	400	3
Cadmium	6	200
Chrom	300	4
Kupfer	360	3,33
Nickel	100	12
Quecksilber	1,5	800
Zink	1200	1

Der Indikator zur Erfassung der Emissionen in den Boden wird nunmehr gebildet, indem die gewichteten emittierten Massen der einzelnen Stoffe addiert werden. Der Vorteil des so gebildeten Indikators ist, dass Veränderungen in der Menge emittierter Stoffe, die bereits in geringen Mengen großes Schädigungspotential haben, sich im Indikator in der gleichen Art und Größenordnung widerspiegeln, wie Veränderungen von nicht so schädlichen Stoffen. Schädlichere Stoffe, wie Quecksilber und Cadmium, „verschwinden“ somit nicht bei der Aggregation bzw. werden nicht von in teilweise 1000facher Menge emittierten Stoffen überlagert.

<sup>237</sup> Voraussetzung hierfür ist, dass alle Stofffrachten in gleichen Einheiten aufgeführt werden. Ist dies nicht der Fall ist eine Bezugseinheit zu definieren, auf welche alle übrigen Frachten umzurechnen sind.

Ein weiterer Vorteil des hier vorgeschlagenen Indikators „Emissionen in den Boden – gewichtet“, ergibt sich ebenfalls aus der Tatsache, dass die Gewichtungsfaktoren aus den in den Gesetzeswerken vorgegebenen Grenzwerten gebildet werden: obwohl international bezüglich der Emissionshöchstwerte in den Boden noch keine verbindlichen Regelwerke existieren, sind derartige Bestrebungen durchaus zu beobachten. Des Weiteren existieren in vielen Ländern bereits der BBodenSchV vergleichbare Vorschriften. Der hier vorgestellte Indikator ist international unter zugrunde Legung der jeweiligen nationalen Rechtsvorschriften anwendbar, da die Erhebungs- und Berechnungsverfahren auch mit anderen Stoffkatalogen analog durchgeführt werden können. Dies lässt sich auch auf eine in Zukunft zu erstellende international verbindliche Regelung ausweiten. Schließlich ist anzumerken, dass auch eine auf die BBodenSchV bezogene Erweiterung oder Änderung der Stoffkataloginhalte den Indikator in seiner Funktion und Anwendbarkeit nicht beeinträchtigt oder unbrauchbar macht.

5.1.5.5 Indikator: Wasseremissionen,  $P_{wp}$  (Pollutant, Water Pollutants)

Starke Nachhaltigkeit:

$$\left( \left( \left\{ m_{wp,weighted,t} \leq m_{wp,weighted,t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{wp,weighted,t}}{m_{prod,t} * c_{prod,t} * \frac{c_{prod,t}}{m_{rm,t} * c_{rm,t}} * m_{rm,t}} \leq \frac{m_{wp,weighted,t-1}}{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * \frac{c_{prod,t-1}}{m_{rm,t-1} * c_{rm,t-1}} * m_{rm,t-1}} \right\} \right) * \left\{ m_{wp,weighted,t} \leq m_{wp,weighted,t-1} \right\} \right) *$$

$$\left( \left( \left\{ c_{wp,weighted,t} \leq c_{wp,weighted,LC} \right\} + \left\{ \frac{m_{wp,weighted,t}}{m_{wp,weighted,t-1}} \leq \frac{m_{wp,weighted,sector,t}}{m_{wp,weighted,sector,t-1}} \right\} \right) * \left\{ c_{wp,weighted,t} \leq c_{wp,weighted,LC} \right\} \right) +$$

$$\left( \left( \left\{ R_{app} \geq 50\% \right\} + \left\{ Value_{comp} \geq Value_{loss} \right\} \right) * \left\{ R_{app} \geq 50\% \right\} \right)$$

$$\left( \left( \left\{ c_{wp,weighted,t} \leq c_{wp,weighted,LC} \right\} + \left\{ \frac{m_{wp,weighted,t}}{m_{wp,weighted,t-1}} \leq \frac{m_{wp,weighted,sector,t}}{m_{wp,weighted,sector,t-1}} \right\} \right) * \left\{ c_{wp,weighted,t} \leq c_{wp,weighted,LC} \right\} \right)$$

Schwache Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ m_{wp,weighted,t} \leq m_{wp,weighted,t-1} \right\} + \left\{ \frac{m_{wp,weighted,t}}{m_{prod,t} * c_{prod,t} * \frac{c_{prod,t}}{m_{rm,t} * c_{rm,t}} * m_{rm,t}} \leq \frac{m_{wp,weighted,t-1}}{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1} * \frac{c_{prod,t-1}}{m_{rm,t-1} * c_{rm,t-1}} * m_{rm,t-1}} \right\} + \left\{ c_{wp,weighted,t} \leq c_{wp,weighted,LC} \right\} \right) * \left\{ c_{wp,weighted,t} \leq c_{wp,weighted,LC} \right\}$$

**Tabelle 31: Benötigte Werte für den Indikator Wasseremissionen  $P_{WP}$ .**

$m_{wp,weighted,t}$ ; $m_{wp,weighted,t-1}$ :	Emittierte Menge im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{m_{prod,t} * c_{prod,t}}{m_{rm,t} * c_{rm,t}}$ ; $\frac{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1}}{m_{rm,t-1} * c_{rm,t-1}}$ :	Ausbringen zum im Jahr t bzw. t-1.
$\frac{c_{prod,t}}{c_{rm,t}}$ ; $\frac{c_{prod,t-1}}{c_{rm,t-1}}$ :	Anreicherungsgrad im Jahr t bzw. t-1.
$m_{rm,t}$ ; $m_{rm,t-1}$	Geförderte und aufbereitete Masse des Rohstoffs im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{m_{wp,weighted,t}}{m_{wp,weighted,t-1}}$ ; $\frac{m_{wp,weighted,sector,t}}{m_{wp,weighted,sector,t-1}}$ :	Verhältnis der emittierten Mengen im Vergleich zu Vorjahr im Betrieb sowie im Vergleichssektor.
$c_{wp,weighted,t}$ :	Konzentration im Jahresmittel im Jahr t in mg/l.
$c_{wp,weighted,LC}$ :	Gesetzlich maximal zulässige Konzentration in mg/l.
$Value_{comp}$ :	Höhe der geleisteten Kompensationszahlungen in Geldeinheiten.
$Value_{loss}$ :	Höhe der angefallenen Schäden in Geldeinheiten.
$R_{app}$ :	Anteil der Bevölkerung, die die Situation in diesem Bereich positiv bewertet in %.

Erläuterung  $m_{wp,weighted}$  : Emissionen fester, flüssiger und gasförmiger Art in Oberflächen- und Grundwasser.

Berechnung: 
$$m_{wp,weighted} = \sum_{i=1}^{15} gw_{Wasser,i} * m_i + gw_{Wasser,pH} * (6 + |6 - pH|) * 1 kg$$

Einheit: [kg]

Zu erhebende Größen:

$m_{Blei}$ :	Masse an emittiertem Blei.	[kg]
$m_{Zink}$ :	Masse an emittiertem Zink.	[kg]
$m_{Cadmium}$ :	Masse an emittiertem Cadmium.	[kg]
$m_{Chrom}$ :	Masse an emittiertem Chrom.	[kg]
$m_{Kupfer}$ :	Masse an emittiertem Kupfer.	[kg]
$m_{Nickel}$ :	Masse an emittiertem Nickel.	[kg]
$m_{Quecksilber}$ :	Masse an emittiertem Quecksilber.	[kg]
$m_{GSF}$ :	Masse emittierter, gesamter suspendierter Feststoffe.	[kg]
$m_{Öle,Fette}$ :	Masse an emittierten Ölen und Fetten.	[kg]
$m_{Zyanide, gesamt}$ :	Masse gesamter emittierter Zyanide.	[kg]
$m_{Zyanide, frei verfügbar}$ :	Masse emittierter frei verfügbarer Zyanide.	[kg]
$m_{Zyanide, säurelöslich}$ :	Masse emittierter säurelöslicher Zyanide.	[kg]
$m_{CSB}$ :	Masse gesamten chemischen Sauerstoffbedarfs.	[kg]

$m_{Arsen}$ :	Masse an emittiertem Arsen.	[kg]
$m_{Eisen}$ :	Masse an emittiertem Eisen.	[kg]
$m_{Summe\ Metalle}$ :	Masse der Summe emittierter Metalle.	[kg]
$pH$ :	pH-Wert des vom Betrieb eingeleiteten Wassers.	[-]
$g_{Wasser,j} = \frac{1}{\frac{p_j}{\max[p_i]_{i=1}^{16}}}$ :	Gewichtungsfaktor für die angegebenen Stoffe.	[-]

Der Teilindikator  $m_{wp,weighted}$  wird, ebenso wie der Indikator „Emissionen in den Böden – gewichtet“, unter Verwendung von Gewichtungsfaktoren gebildet. Grundlage der Gewichtungsfaktoren ist auch hier ein Katalog mit Grenzwerten. Im Gegensatz zum Boden, existieren in Bezug auf Oberflächen- und Grundwasser international anerkannte und auf die Rohstoffwirtschaft abgestimmte Emissionshöchstwerte. Im Rahmen dieser Arbeit ist der von der Weltbank in Zusammenarbeit mit der UNEP und der UNIDO erstellte Emissionskatalog mit dessen Grenzwerten zugrunde gelegt worden (siehe Tabelle 32).

**Tabelle 32: Maximale Stoffkonzentrationen und pH-Wert für Abwässer aus der Rohstoffgewinnung und Aufbereitung.**

Nr.	Parameter		Maximalwert (mg/l außer pH)
1	pH		6
2	GSF		50
3	Öle und Fette		10
4	Zyanide		1
5		frei verfügbar	0,1
6		säurelöslich	0,5
7	CSB		150
8	Arsen		0,1
9	Cadmium		0,1
10	Chrom VI		0,1
11	Kupfer		0,5
12	Eisen		3,5
13	Blei		0,2
14	Quecksilber		0,01
15	Nickel		0,5
16	Zink		2

Eine Besonderheit bei der Beurteilung der Qualität des Wassers ist, dass neben der Betrachtung der Stoffkonzentrationen im Medium, wie es beim Boden der Fall ist, bei der Bestimmung der Wasserqualität zusätzlich der pH-Wert des Wassers zu berücksichtigen ist.

Um bei der Aggregation auch den pH-Wert in den Indikator einbeziehen zu können, wird dieser im Indikator mit 1 kg multipliziert.

Analog zur Vorgehensweise bei der Ermittlung der Gewichtungsfaktoren für den Indikator „Emissionen in den Boden – gewichtet“ wird der größte Zahlenwert (hier CSB mit 150 mg/l) auf die übrigen Zahlenwerte durch folgende mathematische Vorschrift bezogen:

$$gW_{Wasser,j} = \frac{1}{\frac{p_j}{\max[p_i]_{i=1}^{17}}}$$

Die Aggregation zur Bildung des Indikators erfolgt durch die Addierung aller gewichteten gemessenen Größen. Die Besonderheit des pH-Wertes drückt sich im Indikator durch den Summanden

$$gW_{Wasser,pH} * (6 + |6 - pH|)$$

aus.

Diese mathematische Formulierung ist nötig, um zu erfassen, dass der pH-Wert des Wassers möglichst in einem neutralen Bereich gehalten werden sollte. Als Grenzen des zulässigen pH-Intervalls werden laut Weltbank die Werte pH=6 und pH=9 genannt.

Auch dieser Indikator hat alle Vorteile, die bereits der Indikator „Emissionen in den Boden – gewichtet“ hat. Der hier vorgestellte Indikator ist international unter zugrundelegung der jeweiligen nationalen Rechtsvorschriften anwendbar, da die Erhebungs- und Berechnungsverfahren auch mit anderen Stoffkatalogen analog durchgeführt werden können.

In Tabelle 33 sind die sich ergebenden Gewichtungsfaktoren in der fünften Spalte aufgeführt.

**Tabelle 33: Maximale Stoffkonzentrationen und pH-Wert für Abwässer aus der Rohstoffgewinnung und Aufbereitung ergänzt um die abgeleiteten Gewichtungsfaktoren (Bezugsgröße ist der CSB)**

Nr.	Parameter		Maximalwert (mg/l außer pH)	Gewichtungsfaktor
1	pH		6 - 9	25 - 17
2	GSF <sup>238</sup>		50	3
3	Öle und Fette		10	15
4	Zyanide		1	150
5		frei verfügbar	0,1	1500
6		säurelöslich	0,5	300
7	CSB <sup>239</sup>		150	1
8	Arsen		0,1	1500
9	Cadmium		0,1	1500
10	Chrom VI		0,1	1500
11	Kupfer		0,5	300
12	Eisen		3,5	43
13	Blei		0,2	750
14	Quecksilber		0,01	15000
15	Nickel		0,5	300
16	Zink		2	75
17	Summe Metalle		10	15

<sup>238</sup> GSF: Gesamte suspendierte Feststoffe

<sup>239</sup> CSB: Chemischer Sauerstoffbedarf

5.1.5.6 Indikator: Flächeninanspruchnahme,  $U_A$  (Utilization, Area)

Starke Nachhaltigkeit:

$$\left( \left( \left\{ A_{\text{impact},t} \leq A_{\text{impact},t-1} \right\} + \left\{ \frac{A_{\text{impact},t}}{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * m_{\text{rm},t}} \leq \frac{A_{\text{impact},t-1}}{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * m_{\text{rm},t-1}} \right\} \right) * \left\{ A_{\text{impact},t} \leq A_{\text{impact},t-1} \right\} * \right. \\ \left. \left( \left( \left( \left\{ A_{\text{rehab}}|_{t_0}^t \geq A_{\text{rehab,LC}}|_{t_0}^t \right\} + \left\{ \frac{A_{\text{impact},t}}{A_{\text{impact},t-1}} \leq \frac{A_{\text{impact,sector},t}}{A_{\text{impact,sector},t-1}} \right\} \right) * \left\{ A_{\text{rehab}}|_{t_0}^t \geq A_{\text{rehab,LC}}|_{t_0}^t \right\} \right) + \right) * \\ \left( \left( \left\{ R_{\text{app}} \geq 50\% \right\} + \left\{ \text{Value}_{\text{comp}} \geq \text{Value}_{\text{loss}} \right\} \right) * \left\{ R_{\text{app}} \geq 50\% \right\} \right) \right) \\ \left( \left( \left\{ A_{\text{rehab}}|_{t_0}^t \geq A_{\text{rehab,LC}}|_{t_0}^t \right\} + \left\{ \frac{A_{\text{impact},t}}{A_{\text{impact},t-1}} \leq \frac{A_{\text{impact,sector},t}}{A_{\text{impact,sector},t-1}} \right\} \right) * \left\{ A_{\text{rehab}}|_{t_0}^t \geq A_{\text{rehab,LC}}|_{t_0}^t \right\} \right)$$

Schwache Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ A_{\text{impact},t} \leq A_{\text{impact},t-1} \right\} + \left\{ \frac{A_{\text{impact},t}}{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * m_{\text{rm},t}} \leq \frac{A_{\text{impact},t-1}}{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * m_{\text{rm},t-1}} \right\} + \left\{ A_{\text{rehab}}|_{t_0}^t \geq A_{\text{rehab,LC}}|_{t_0}^t \right\} * \left\{ A_{\text{rehab}}|_{t_0}^t \geq A_{\text{rehab,LC}}|_{t_0}^t \right\} \right)$$

**Tabelle 34: Benötigte Werte für den Indikator Flächeninanspruchnahme  $U_A$ .**

$A_{\text{impact},t}; A_{\text{impact},t-1} :$	Beeinflusste Fläche im Jahr t bzw. t-1 in $\text{km}^2$ .
$\frac{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t}}{m_{\text{rm},t} * c_{\text{rm},t}}; \frac{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1}}{m_{\text{rm},t-1} * c_{\text{rm},t-1}} :$	Ausbringen zum im Jahr t bzw. t-1.
$\frac{c_{\text{prod},t}}{c_{\text{rm},t}}; \frac{c_{\text{prod},t-1}}{c_{\text{rm},t-1}} :$	Anreicherungsgrad im Jahr t bzw. t-1.
$m_{\text{rm},t}; m_{\text{rm},t-1}$	Geförderte und aufbereitete Masse des Rohstoffs im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{A_{\text{impact},t}}{A_{\text{impact},t-1}}; \frac{A_{\text{impact}, \text{sector}, t}}{A_{\text{impact}, \text{sector}, t-1}} :$	Verhältnis der beeinflussten Flächen im Vergleich zu Vorjahr im Betrieb sowie im Vergleichssektor.
$A_{\text{rehab}} \Big _{t_0}^t :$	Sanierte Fläche vom Startzeitpunkt $t_0$ bis zum Jahr t in $\text{km}^2$ .
$A_{\text{rehab}, \text{LC}} \Big _{t_0}^t :$	Gesetzlich laut Genehmigung zu sanierende Fläche vom Startzeitpunkt $t_0$ bis zum Jahr t in $\text{km}^2$ .
$\text{Value}_{\text{comp}} :$	Höhe der geleisteten Kompensationszahlungen in Geldeinheiten.
$\text{Value}_{\text{loss}} :$	Höhe der angefallenen Schäden in Geldeinheiten.
$R_{\text{app}} :$	Anteil der Bevölkerung, die die Situation in diesem Bereich positiv bewertet in %.

Erläuterung  $A_{\text{impact}}$  : Beeinflusste Fläche.

Einheit:  $[\text{km}^2]$

Die mit diesem Indikator erfasste Fläche umfasst alle durch die Bergbauaktivitäten beeinflussten Flächen. Insbesondere sind hierzu, abgesehen von der Berechtsamen, auch Flächen mit erhöhter Staubbelastung, erhöhter Schadstoffkonzentration oder auch durch Bergsenkungen beeinflusste Flächen zu zählen. Das Auffahren von bergmännischen Hohlräumen beispielsweise führt dazu, dass das umliegende Gestein das Bestreben hat, den natürlichen Spannungszustand wieder herzustellen, indem die Hohlräume wieder verschlossen werden. Dies geschieht durch Konvektion der Sohle oder das Hereinbrechen von Firste und Stößen. Die Gebirgsbewegungen in der Tiefe pflanzen sich zur Tagesoberfläche fort, wobei die Gesteinsfestigkeiten, Störungen in den Gesteinsformationen sowie Wasserverhältnisse den Grad der Auswirkung auf die Tagesoberfläche beeinflussen.

Weiterhin hängt die Beeinflussung vom gewählten Abbaufahren ab. Abbaufahren mit Versatz oder einem größeren Festenanteil verringern die Auswirkungen auf die Tagesoberfläche, wohingegen Abbaufahren, die auf dem Hereinbrechen der Firste basieren, zu einer großen Beeinträchtigung der Tagesoberfläche führen.



5.1.5.7 Indikator: Energieinanspruchnahme,  $U_E$  (Utilization, Energy)

Starke Nachhaltigkeit:

$$\left( \left( \left\{ E_{\text{primary},t} \leq E_{\text{primary},t-1} \right\} + \left\{ \frac{E_{\text{primary},t}}{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * m_{\text{rm},t}} \leq \frac{E_{\text{primary},t-1}}{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * m_{\text{rm},t-1}} \right\} \right) * \left\{ E_{\text{primary},t} \leq E_{\text{primary},t-1} \right\} \right) * \left( \left( \left( \left\{ R_{\text{secondary},t} \geq R_{\text{secondary},\text{LC},t} \right\} + \left\{ \frac{E_{\text{primary},t}}{E_{\text{primary},t-1}} \leq \frac{E_{\text{primary},\text{sector},t}}{E_{\text{primary},\text{sector},t-1}} \right\} \right) * \left\{ R_{\text{secondary},t} \geq R_{\text{secondary},\text{LC},t} \right\} \right) + \left( \left( \left\{ R_{\text{app}} \geq 50\% \right\} + \left\{ \text{Value}_{\text{comp}} \geq \text{Value}_{\text{loss}} \right\} \right) * \left\{ R_{\text{app}} \geq 50\% \right\} \right) \right) * \left( \left( \left\{ R_{\text{secondary},t} \geq R_{\text{secondary},\text{LC},t} \right\} + \left\{ \frac{E_{\text{primary},t}}{E_{\text{primary},t-1}} \leq \frac{E_{\text{primary},\text{sector},t}}{E_{\text{primary},\text{sector},t-1}} \right\} \right) * \left\{ R_{\text{secondary},t} \geq R_{\text{secondary},\text{LC},t} \right\} \right) \right)$$

Schwache Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ E_{\text{primary},t} \leq E_{\text{primary},t-1} \right\} + \left\{ \frac{E_{\text{primary},t}}{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * m_{\text{rm},t}} \leq \frac{E_{\text{primary},t-1}}{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * m_{\text{rm},t-1}} \right\} + \left\{ R_{\text{secondary},t} \geq R_{\text{secondary},\text{LC},t} \right\} \right) * \left\{ R_{\text{secondary},t} \geq R_{\text{secondary},\text{LC},t} \right\}$$

**Tabelle 35: Benötigte Werte für den Indikator Flächeninanspruchnahme  $U_E$ .**

$E_{\text{primary},t}; E_{\text{primary},t-1}$ :	Primärenergieverbrauch im Jahr t bzw. t-1 in kWh.
$\frac{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t}}{m_{\text{rm},t} * c_{\text{rm},t}}; \frac{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1}}{m_{\text{rm},t-1} * c_{\text{rm},t-1}}$ :	Ausbringen zum im Jahr t bzw. t-1.
$\frac{c_{\text{prod},t}}{c_{\text{rm},t}}; \frac{c_{\text{prod},t-1}}{c_{\text{rm},t-1}}$ :	Anreicherungsgrad im Jahr t bzw. t-1.
$m_{\text{rm},t}; m_{\text{rm},t-1}$	Geförderte und aufbereitete Masse des Rohstoffs im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{E_{\text{primary},t}}{E_{\text{primary},t-1}}; \frac{E_{\text{primary},\text{sector},t}}{E_{\text{primary},\text{sector},t-1}}$ :	Verhältnis der Primärenergieverbräuche im Vergleich zu Vorjahr im Betrieb sowie im Vergleichssektor.
$R_{\text{secondary},t}$ :	Anteil erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch im Jahr t.
$R_{\text{secondary,LC},t}$ :	Gesetzlich aus politischen Verpflichtungen zum CO <sub>2</sub> -Verbrauch sich ergebender Anteil erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch im Jahr t.
$\text{Value}_{\text{comp}}$ :	Höhe der geleisteten Kompensationszahlungen in Geldeinheiten.
$\text{Value}_{\text{loss}}$ :	Höhe der angefallenen Schäden in Geldeinheiten.
$R_{\text{app}}$ :	Anteil der Bevölkerung, die die Situation in diesem Bereich positiv bewertet in %.

5.1.5.8 Indikator: Wasserinanspruchnahme,  $U_W$  (Utilization, Water)

Starke Nachhaltigkeit:

$$\left( \left( \left\{ V_{\text{primary},t} \leq V_{\text{primary},t-1} \right\} + \left\{ \frac{V_{\text{primary},t}}{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * m_{\text{rm},t}} \leq \frac{V_{\text{primary},t-1}}{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * m_{\text{rm},t-1}} \right\} \right) * \left\{ V_{\text{primary},t} \leq V_{\text{primary},t-1} \right\} * \right. \\ \left. \left( \left( \left\{ V_{\text{disturbed},t} \leq V_{\text{disturbed,LC}} \right\} + \left\{ \frac{V_{\text{primary},t}}{V_{\text{primary},t-1}} \leq \frac{V_{\text{primary,sector},t}}{V_{\text{primary,sector},t-1}} \right\} \right) * \left\{ V_{\text{disturbed},t} \leq V_{\text{disturbed,LC}} \right\} + \right) * \right. \\ \left. \left( \left( \left\{ R_{\text{app}} \geq 50\% \right\} + \left\{ \text{Value}_{\text{comp}} \geq \text{Value}_{\text{loss}} \right\} \right) * \left\{ R_{\text{app}} \geq 50\% \right\} \right) \right) \\ \left( \left( \left\{ V_{\text{disturbed},t} \leq V_{\text{disturbed,LC}} \right\} + \left\{ \frac{V_{\text{primary},t}}{V_{\text{primary},t-1}} \leq \frac{V_{\text{primary,sector},t}}{V_{\text{primary,sector},t-1}} \right\} \right) * \left\{ V_{\text{disturbed},t} \leq V_{\text{disturbed,LC}} \right\} \right)$$

Schwache Nachhaltigkeit:

$$\left( \left\{ V_{\text{primary},t} \leq V_{\text{primary},t-1} \right\} + \left\{ \frac{V_{\text{primary},t}}{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t} * m_{\text{rm},t}} \leq \frac{V_{\text{primary},t-1}}{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1} * m_{\text{rm},t-1}} \right\} + \left\{ V_{\text{disturbed},t} \leq V_{\text{disturbed,LC}} \right\} * \left\{ V_{\text{disturbed},t} \leq V_{\text{disturbed,LC}} \right\} \right)$$

**Tabelle 36: Benötigte Werte für den Indikator Flächeninanspruchnahme  $U_w$ .**

$V_{\text{primary},t}; V_{\text{primary},t-1}$ :	Frischwasserverbrauch im Jahr t bzw. t-1 in $m^3$ .
$\frac{m_{\text{prod},t} * c_{\text{prod},t}}{m_{\text{rm},t} * c_{\text{rm},t}}; \frac{m_{\text{prod},t-1} * c_{\text{prod},t-1}}{m_{\text{rm},t-1} * c_{\text{rm},t-1}}$ :	Ausbringen zum im Jahr t bzw. t-1.
$\frac{c_{\text{prod},t}}{c_{\text{rm},t}}; \frac{c_{\text{prod},t-1}}{c_{\text{rm},t-1}}$ :	Anreicherungsgrad im Jahr t bzw. t-1.
$m_{\text{rm},t}; m_{\text{rm},t-1}$	Geförderte und aufbereitete Masse des Rohstoffs im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\frac{V_{\text{primary},t}}{V_{\text{primary},t-1}}; \frac{V_{\text{primary,sector},t}}{V_{\text{primary,sector},t-1}}$ :	Verhältnis der Frischwasserverbräuche im Vergleich zu Vorjahr im Betrieb sowie im Vergleichssektor.
$V_{\text{disturbed},t}$ :	Volumen beeinflussten Frischwassers im Jahr t, beispielsweise durch Umleitung von Flüssen oder Absenkung von Grundwasser.
$V_{\text{disturbed,LC}}$ :	Gesetzlich laut Genehmigung erlaubtes Volumen beeinflussbaren Frischwasser im Jahr t.
$\text{Value}_{\text{comp}}$ :	Höhe der geleisteten Kompensationszahlungen in Geldeinheiten.
$\text{Value}_{\text{loss}}$ :	Höhe der angefallenen Schäden in Geldeinheiten.
$R_{\text{app}}$ :	Anteil der Bevölkerung, die die Situation in diesem Bereich positiv bewertet in %.

## 5.2 Nachhaltigkeitsindikatoren für die ökonomische Säule

Rohstofflagerstätten sind weltweit begrenzt und ungleichmäßig verteilt. Während die Gewinnung an die jeweiligen Lagerstätten gebunden ist, finden die weiteren Verarbeitungsstufen häufig außerhalb der Lagerstätten an unterschiedlichen Standorten statt. Rohstoffe werden daher weltweit gehandelt, wobei dies unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten mit zumindest regionalem, zum Teil jedoch auch weltweitem Preiswettbewerb erfolgt. Eine Voraussetzung für eine nachhaltige Rohstoffgewinnung ist daher immer die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit. Die Rohstoffgewinnung an einem Standort kann durch die Insolvenz des Bergbauunternehmens beendet werden. Eine Beendigung des Abbaus vor Lagerstättenerschöpfung kann insbesondere im Tiefbau gleichbedeutend sein mit dem wirtschaftlichen Verlust der Lagerstätte.

Als ökonomisch nachhaltig wird die Rohstoffgewinnung betrachtet, wenn sie

- auf die dauerhafte Befriedigung menschlicher Bedürfnisse (hier Rohstoffversorgung) gerichtet ist,
- auf eine mittel- bis langfristige wirtschaftliche Tätigkeit abzielt,
- effektiv nach dem Stand der Technik stattfindet,
- wirtschaftlich wettbewerbsfähig ist,
- marktwirtschaftlich übliche Nachfrageschwankungen robust und dauerhaft ausgleichen und überstehen kann,
- eine Rendite erwirtschaftet, die eine dem Verursacherprinzip entsprechende Regulierung von mit der Rohstoffgewinnung verbundenen Schäden sowie der Verwahrung der Lagerstätte erlaubt,
- einen angemessenen Beitrag zur Erreichung gesamtwirtschaftlicher Ziele liefert.

### 5.2.1 Genereller Aufbau der ökonomischen Indikatoren

Die Ausdrücke innerhalb der Indikatoren werden mit den Werten 1 oder 0 bewertet. Der Wert 1 kennzeichnet die Erfüllung der Vorgabe. Bei Nichterfüllung erhält der Ausdruck den Wert 0. Die bewerteten Ausdrücke stellen nunmehr eine Kombination aus den Werten 1 und 0 dar, die durch Addition und Multiplikation miteinander verknüpft sind. Nach Durchführung der Rechenoperationen ergibt sich der Ergebniswert.

Der Aufbau der Nachhaltigkeitsindikatoren ist bei der Forderung nach starker Nachhaltigkeit komplexer als bei der schwachen Nachhaltigkeit.

#### 5.2.1.1 Starke Nachhaltigkeit:

Die aussagenbasierten mathematischen Terme haben grundsätzlich folgende Struktur:

$$\left(\{\text{Zielvorgabe1}\} + \{\text{Zielvorgabe2}\}\right) * \{\text{Zielvorgabe1}\}$$

Durch die Bewertung der einzelnen Vorgaben erhalten die jeweiligen Formelbestandteile den Wert 1 oder 0 zugewiesen, so dass sich nach Ausführung der Rechenoperationen ein Gesamtergebnis zwischen 0 (nicht nachhaltig) und 2 (nachhaltig) ergeben kann.

#### 5.2.1.2 Schwache Nachhaltigkeit:

In Bezug auf die Bewertung des gleichen Sachverhaltes unter dem Aspekt der schwachen Nachhaltigkeit, ist nur eine Vorgabe zu erfüllen. Die Punkteskala reicht hier von 0 (nicht nachhaltig) bis zum Wert 2 (nachhaltig).

$$\{\text{Zielvorgabe1}\} + \{\text{Zielvorgabe2}\}$$

### 5.2.2 Ökonomische Nachhaltigkeitsindikatoren

Nachfolgend sind die Nachhaltigkeitsindikatoren für die ökonomische Säule aufgeführt. Zu den Indikatoren, die noch weiterer Erläuterungen bedürfen, sind diese jeweils angefügt.

**Tabelle 37: Übersicht über die ökonomischen Indikatoren.**

Nr.	Indikatorname (Englisch)	Zeichen
1	Wirtschaftliche Leistung (Profit)	Pr
2	Rendite (Total Shareholder Return)	TSR
3	Investitionen in Anlagevermögen (Investment, Plant)	Inv <sub>plant</sub>
4	Investitionen in F&E (Investment, Research and Development)	Inv <sub>R&amp;D</sub>
5	Ausstehende Schadensregulierung (Cost, Compensation to be paid)	C <sub>comp, tbp</sub>
6	Entstandene Schäden (Cost, Loss)	C <sub>loss</sub>
7	Rückstellungen (Provisions, Legal compliant)	Prov <sub>LC</sub>
8	Wertschöpfung (Added Value, Economic)	AV <sub>econ</sub>
9	Fördermenge (Production)	Prod
10	Freiwillige Leistungen, Infrastruktur (Voluntary Investment, Infrastructure)	VII <sup>240</sup>

---

<sup>240</sup> Dieser Indikator wird gesondert auf Seite 202 im Anschluss an die übrigen Nachhaltigkeitsindikatoren betrachtet.

5.2.2.1 Indikator: Wirtschaftliche Leistung, Pr (Profit)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \text{Value}_{\text{profit,real,t}} \geq \text{V}_{\text{profit,real,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{profit,real,t}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t}}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{profit,real,t-1}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t-1}}} \right\} \right) * \left\{ \text{Value}_{\text{profit,real,t}} \geq \text{V}_{\text{profit,real,t-1}} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \text{Value}_{\text{profit,real,t}} \geq \text{Value}_{\text{profit,real,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{profit,real,t}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t}}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{profit,real,t-1}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t-1}}} \right\}$

**Tabelle 38: Benötigte Werte für den Indikator Wirtschaftliche Leistung Pr.**

$\text{Value}_{\text{profit,real,t}} ; \text{V}_{\text{profit,real,t-1}}$	Realer Gewinn im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$\frac{\text{Value}_{\text{profit,real,t}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t}}} ; \frac{\text{Value}_{\text{profit,real,t-1}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t-1}}}$	Verhältnis von realem Gewinn zu realem Umsatz im Jahr t bzw. t-1.

Erläuterung  $\text{Value}_{\text{profit,real}}$ : Gewinn in realen Preisen.

Einheit: [Geldeinheiten]

Der Teil-Indikator  $\text{Value}_{\text{profit,real}}$  ist ein üblicher Kennwert zur Bewertung der Ertragskraft eines Unternehmens und damit auch ein Maß für die Wettbewerbsfähigkeit. Er ist deutlich zu unterscheiden von der tatsächlichen Rentabilität der Förderung an einem Standort, die letztlich für einen Weiterbetrieb entscheidend ist.

Der Indikator **Pr** stellt dar, dass die dauerhafte Existenz des Unternehmens für die nachhaltige Gewinnung an einem Standort eine notwendige Voraussetzung ist. Jeder Gewinnungsbetrieb gehört juristisch und wirtschaftlich zu einem Unternehmen, das langfristig eine positive Rendite erzielen muss, wenn die Rohstoffgewinnung unter marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen mit Preiswettbewerb stattfindet.

**Tabelle 39: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Pr.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 40: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Pr.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

5.2.2.2 Indikator: Rendite, TSR (Total Shareholder Return)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \text{Value}_{\text{shareholder,real,t}} \geq \text{Value}_{\text{shareholder,real,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{shareholder,real,t}}}{\text{Value}_{\text{shareholder,real,t-1}}} \geq \frac{\overline{\text{Value}_{\text{shareholder,real,sector,t}}}}{\overline{\text{Value}_{\text{shareholder,real,sector,t-1}}}} \right\} \right) * \left\{ \text{Value}_{\text{shareholder,real,t}} \geq \text{Value}_{\text{shareholder,real,t-1}} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \text{Value}_{\text{shareholder,real,t}} \geq \text{Value}_{\text{shareholder,real,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{shareholder,real,t}}}{\text{Value}_{\text{shareholder,real,t-1}}} \geq \frac{\overline{\text{Value}_{\text{shareholder,real,sector,t}}}}{\overline{\text{Value}_{\text{shareholder,real,sector,t-1}}}} \right\}$

**Tabelle 41: Benötigte Werte für den Indikator Rendite TSR.**

$\text{Value}_{\text{shareholder,real,t}} ; \text{Value}_{\text{shareholder,real,t-1}} :$	Realer TSR im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$\frac{\text{Value}_{\text{shareholder,real,t}}}{\text{Value}_{\text{shareholder,real,t-1}}} ; \frac{\overline{\text{Value}_{\text{shareholder,real,sector,t}}}}{\overline{\text{Value}_{\text{shareholder,real,sector,t-1}}}} :$	Verhältnis von realem TSR im Jahr t zu realem TSR im Jahr t-1 im Betrieb bzw. Sektor.

Erläuterung  $\text{Value}_{\text{shareholder,real}}$ : Aktienrendite in realen Preisen.

Einheit: [Geldeinheiten]

Der Teilindikator  $\text{Value}_{\text{shareholder,real}}$  bildet die Entwicklung des Aktienkurses seit Emission der Aktien ab und ist daher geeignet auch negative Entwicklungen abzubilden. In diesem Fall wird nur die Wertentwicklung während eines Jahres betrachtet und mit der durchschnittlichen Aktienrendite anderer Betriebe im Bergbausektor verglichen.

Der Indikator **TSR** gibt ähnlich wie der Indikator „Wirtschaftliche Leistung“ Auskunft über die Ertragskraft eines Unternehmens und damit auch über die Wettbewerbsfähigkeit.

**Tabelle 42: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit TSR.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 43: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit TSR.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

5.2.2.3 Indikator: Investitionen in Anlagevermögen,  $Inv_{plant}$  (Investment, Plant)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \text{Value}_{investment,real,plant,t} \geq \text{Value}_{investemnt,real,plant,t-1} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{investment,real,plant,t}}{\text{Value}_{investemnt,real,plant,t-1}} \geq \frac{\text{Value}_{depreciation,real,plant,t}}{\text{Value}_{depreciation,real,plant,t-1}} \right\} \right) * \left\{ \text{Value}_{investment,real,plant,t} \geq \text{Value}_{investemnt,real,plant,t-1} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \text{Value}_{investment,real,plant,t} \geq \text{Value}_{investemnt,real,plant,t-1} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{investment,real,plant,t}}{\text{Value}_{investemnt,real,plant,t-1}} \geq \frac{\text{Value}_{depreciation,real,plant,t}}{\text{Value}_{depreciation,real,plant,t-1}} \right\}$

**Tabelle 44: Benötigte Werte für den Indikator Investitionen in Anlagevermögen  $Inv_{Plant}$ .**

$\text{Value}_{investment,real,plant,t}$ ; $\text{Value}_{investment,real,plant,t-1}$ :	Reale Anlageninvestitionen im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$\frac{\text{Value}_{investment,real,plant,t}}{\text{Value}_{investemnt,real,plant,t-1}}$ ; $\frac{\text{Value}_{depreciation,real,plant,t}}{\text{Value}_{depreciation,real,plant,t-1}}$ :	Verhältnis von realen Anlageninvestitionen im Jahr t bzw. t-1 zu realen Abschreibungen im Jahr t bzw. t-1.

Erläuterung  $\text{Value}_{\text{investment,real,plant}}$  : Anlageninvestitionen in realen Preisen.

Einheit: [Geldeinheiten]

Der Teilindikator  $\text{Value}_{\text{investment,real,plant}}$  ermittelt, wie stark in die für die Rohstoffgewinnung nötigen technischen Anlagen (Anlagevermögen) investiert wird und ist damit ein Maß für die zukünftige technische und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Gewinnung. Investitionen zeigen auch, wie stark ein Unternehmen an der Gewinnung insgesamt und speziell an einem Standort langfristig interessiert ist.

Der Indikator  $\text{Inv}_{\text{plant}}$  vergleicht auch die Höhe der in Geld bewerteten Abschreibungen in einer Periode. Er beschreibt also die Maßnahmen einer Unternehmensführung, die Gewinnung an einem Standort langfristig zu sichern. Der Indikator ist national wie international sowie auf alle Rohstoffe anwendbar.

**Tabelle 45: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit  $\text{Inv}_{\text{plant}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 46: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit  $\text{Inv}_{\text{plant}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

### 5.2.2.4 Indikator: Investitionen in F&E, $Inv_{R\&D}$ (Investment, Research and Development)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t}} \geq \text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t}}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t-1}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t-1}}} \right\} \right) * \left\{ \text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t}} \geq \text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t-1}} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t}} \geq \text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t}}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t-1}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t-1}}} \right\}$

**Tabelle 47: Benötigte Werte für den Indikator Investitionen in F&E  $Inv_{R\&D}$ .**

$\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t}} ; \text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t-1}} :$	Reale F&E-Investitionen im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$\frac{\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t}}} ; \frac{\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D,t-1}}}{\text{Value}_{\text{turnover,real,t-1}}} :$	Verhältnis von realen F&E-Investitionen zu realen Gesamtkosten im Jahr t bzw. t-1.

Erläuterung  $\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D}}$  : Anlageninvestitionen in realen Preisen.

Einheit: [Geldeinheiten]

Der Teil-Indikator  $\text{Value}_{\text{investment,real,R\&D}}$  ermittelt, wie stark in Forschung und Entwicklung investiert wird und ist damit ebenfalls ein Maß für die zukünftige technische und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Gewinnung. Als nachhaltig kann angesehen werden, ein für die Wettbewerbsfähigkeit erforderliches bzw. in der Branche übliches Maß an Investitionen zu tätigen.

Der Indikator  $\text{Inv}_{\text{R\&D}}$  bezieht die Höhe der in Geld bewerteten Investitionen einer Periode in FuE auf den Umsatz der Periode. Es handelt sich also um eine zeitraumbezogene Größe.

Der Indikator beschreibt die Maßnahmen einer Unternehmensführung, die Gewinnung langfristig zu sichern und wettbewerbsfähig zu bleiben.

**Tabelle 48: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit  $\text{Inv}_{\text{R\&D}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 49: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit  $\text{Inv}_{\text{R\&D}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

5.2.2.5 Indikator: Ausstehende Schadensregulierung,  $C_{comp, tbp}$  (Cost, Compensation to be paid)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{comp,real,tbp,i} < \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{comp,real,tbp,i} \right\} + \left\{ \frac{\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{comp,real,tbp,i}}{m_{reserv,t}} \leq \frac{\sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{comp,real,tbp,i}}{m_{reserv,t-1}} \right\} \right) * \left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{comp,real,tbp,i} < \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{comp,real,tbp,i} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{comp,real,tbp,i} < \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{comp,real,tbp,i} \right\} + \left\{ \frac{\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{comp,real,tbp,i}}{m_{reserv,t}} \leq \frac{\sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{comp,real,tbp,i}}{m_{reserv,t-1}} \right\}$

**Tabelle 50: Benötigte Werte für den Indikator Ausstehende Schadensregulierung  $C_{comp, tbp}$**

$\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{comp,real,tbp,i} ; \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{comp,real,tbp,i} :$	Summe der realen noch ausstehenden Schadensregulierungen bis zum Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$m_{reserv,t} ; m_{reserv,t-1} :$	Reserven im Jahr t bzw. t-1.

Erläuterung  $\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{comp,real,tbp},i}$  : Summe der noch ausstehenden Schadensregulierungen bis zum Jahr t in realen Preisen.

Einheit: [Geldeinheiten]

Der Teil-Indikator  $\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{comp,real,tbp},i}$  ist ein Maß dafür, inwieweit Unternehmen oder Betriebe, als Verursacher von Infrastrukturschäden, diese sanieren oder ausgleichen und nicht den Individuen bzw. der Gesellschaft hinterlassen.

Mit dem Indikator  $C_{\text{comp, tbp}}$  werden sämtliche ausstehenden Schadensregulierungen erfasst unabhängig davon ob gemäß der Säuleneinteilung Ökologie, Ökonomie oder soziales Kapital angesprochen wird. Der Bezug auf die Reserven prüft, inwieweit der Betrieb in Zukunft in der Lage sein wird, durch entsprechende Einnahmen aus der Produktion diese ausstehenden Kosten zu tragen.

**Tabelle 51: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit  $C_{\text{comp, tbp}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 52: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit  $C_{\text{comp, tbp}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

5.2.2.6 Indikator: Entstandene Schäden, C<sub>loss</sub> (Cost, Loss)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{loss,real},i} < \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{loss,real},i} \right\} + \left\{ \frac{\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{loss,real},i}}{m_{\text{reserv},t}} \leq \frac{\sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{loss,real},i}}{m_{\text{reserv},t-1}} \right\} * \left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{loss,real},i} < \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{loss,real},i} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{loss,real},i} < \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{loss,real},i} \right\} + \left\{ \frac{\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{loss,real},i}}{m_{\text{reserv},t}} \leq \frac{\sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{loss,real},i}}{m_{\text{reserv},t-1}} \right\}$

**Tabelle 53: Benötigte Werte für den Indikator Entstandene Schäden C<sub>loss</sub>.**

$\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{loss,real},i} ; \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{loss,real},i} :$	Summe der realen insgesamt entstandenen Schäden bis zum Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$m_{\text{reserv},t} ; m_{\text{reserv},t-1} :$	Reserven im Jahr t bzw. t-1.

Erläuterung  $\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{loss,real},i}$  : Summe der insgesamt entstandenen Schäden bis zum Jahr t in realen Preisen.

Einheit: [Geldeinheiten]

Mit Hilfe des Teil-Indikators  $\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{loss,real},i}$  wird erfasst, welche monetarisierbaren

Schäden durch den Bergbaubetrieb entstanden sind. Eine Forderung des Nachhaltigkeitskonzeptes ist, dass die negativen Auswirkungen von (technischen) Maßnahmen und Projekten möglichst geringe Auswirkungen auf die Umwelt und den Menschen haben.

Der Indikator  $C_{\text{loss}}$  erfasst einen ähnlichen Aspekt wie der vorangegangene Indikator „Ausstehende Schadensregulierung“. Im Gegensatz zu diesem werden mit dem Indikator „Entstandene Schäden“ auch solche (Natur-, Wirtschafts- und Sozial-) Kapitalverluste erfasst, zu deren Begleichung das Unternehmen nicht verpflichtet ist, also die so genannten externen Kosten. Die Grenze zwischen externen und internen Kosten ist fließend und hängt von gesetzlichen Vorgaben und unternehmerischer Selbstverpflichtung ab.

**Tabelle 54: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit  $C_{\text{loss}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 55: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit  $C_{\text{loss}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

5.2.2.7 Indikator: Rückstellungen, Prov<sub>LC</sub> (Provisions, Legal Compliant)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real},i} \geq \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real,LC},i} \right\} + \left\{ \frac{\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real},i}}{A_{\text{Mine},t}} \geq \frac{\sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{provisions,real},i}}{A_{\text{Mine},t-1}} \right\} * \left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real},i} \geq \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real,LC},i} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real},i} \geq \sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real,LC},i} \right\} + \left\{ \frac{\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real},i}}{A_{\text{Mine}}} \geq \frac{\sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{provisions,real},i}}{A_{\text{Mine}}} \right\}$

Tabelle 56: Benötigte Werte für den Indikator Rückstellungen Prov<sub>LC</sub>.

$\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real},i} ; \sum_{i=t_0}^{t-1} \text{Value}_{\text{provisions,real},i} :$	Summe der realen Rückstellungen bis zum Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real,LC},i} :$	Summe der durch gesetzliche Regulierung und Genehmigung zu erstellenden Rücklagen bis zum Jahr t in Geldeinheiten.
$A_{\text{Mine},t} ; A_{\text{Mine},t-1} :$	Berechtsame im Jahr t bzw. t-1.

Erläuterung  $\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real},i}$  : Summe der Rückstellungen bis zum Jahr t in realen Preisen.

Einheit: [Geldeinheiten]

Der Teil-Indikator  $\sum_{i=t_0}^t \text{Value}_{\text{provisions,real},i}$  stellt die bilanziellen Rückstellungen dar und gilt ebenso für die üblichen Verwahrungsmaßnahmen des Gewinnungsbetriebs.

Der Indikator **Prov<sub>LC</sub>** überprüft als Maß für die Nachhaltigkeit der Rohstoffgewinnung, inwieweit Betriebe eine betriebswirtschaftliche Vorsorge treffen, damit eine Regulierung auch nach eingestellter Gewinnung noch möglich ist. Betrachtet werden bei diesem Indikator wahrscheinliche, zu erwartende Kosten. Der Indikator ermittelt, welcher Anteil der zukünftig noch zu erwartenden ökonomischen Schäden sowie der Verwahrungsmaßnahmen im Rahmen der Stilllegung durch Rückstellungen in der Bilanz abgedeckt ist.

**Tabelle 57: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Prov<sub>LC</sub>.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 58: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Prov<sub>LC</sub>.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

5.2.2.8 Indikator: Wertschöpfung,  $AV_{econ}$  (Added Value, Economic)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left( \left\{ \frac{m_{prod,t} * c_{prod,t}}{m_{rm,t} * c_{rm,t}} \geq \frac{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1}}{m_{rm,t-1} * c_{rm,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{c_{prod,t}}{c_{rm,t}} \geq \frac{c_{prod,t-1}}{c_{rm,t-1}} \right\} \right) * \left\{ \frac{c_{prod,t}}{c_{rm,t}} \geq \frac{c_{prod,t-1}}{c_{rm,t-1}} \right\} \right)$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \frac{m_{prod,t} * c_{prod,t}}{m_{rm,t} * c_{rm,t}} \geq \frac{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1}}{m_{rm,t-1} * c_{rm,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{c_{prod,t}}{c_{rm,t}} \geq \frac{c_{prod,t-1}}{c_{rm,t-1}} \right\}$

**Tabelle 59: Benötigte Werte für den Indikator Wertschöpfung  $AV_{Ec}$ .**

$\frac{m_{prod,t} * c_{prod,t}}{m_{rm,t} * c_{rm,t}} ; \frac{m_{prod,t-1} * c_{prod,t-1}}{m_{rm,t-1} * c_{rm,t-1}} :$	Ausbringen im Jahr t bzw. t-1.
$\frac{c_{prod,t}}{c_{rm,t}} ; \frac{c_{prod,t-1}}{c_{rm,t-1}} :$	Verhältnis der Konzentration des Erzes im Konzentrat (Produkt) und im Erz im Jahr t bzw. t-1.

Erläuterung  $\frac{m_{\text{prod}} * c_{\text{prod}}}{m_{\text{rm}} * c_{\text{rm}}}$  : Ausbringen.

Erläuterung  $\frac{c_{\text{prod}}}{c_{\text{rm}}}$  : Anreicherungsgrad.

Einheit: [-]

Das Ausbringen bezeichnet die Effizienz der primären Aufbereitungsprozesse. Insofern werden mit diesem Faktor die Forderungen nach einem verantwortungsvollen Umgang mit den natürlichen Ressourcen und die Minimierung von Abfällen angesprochen.

Beide Forderungen greifen auf zwei Ebenen. Einerseits gilt es Lagerstätten und deren Wertstoffinhalt möglichst effizient und vollständig zu nutzen. Dies führt zu der Forderung, dass geförderte Rohstoffe so aufzubereiten sind, dass der Wertstoffinhalt möglichst vollständig gewonnen wird. Es lässt sich somit die Forderung nach bestmöglichen Aufbereitungsverfahren ableiten, die die einmal in Anspruch genommene Lagerstätte optimal nutzen.

Die andere Ebene, auf der die Forderung nach verantwortungsvollem Umgang mit den natürlichen Ressourcen und die Minimierung von Abfällen angewendet werden kann, bezieht sich auf die für die Gewinnung und Aufbereitung der Rohstoffe nötigen Inputs an Ressourcen, also Fläche, Wasser und Energie. Die Nutzung dieser drei Ressourcen bei der Rohstoffgewinnung und Aufbereitung ist nötig und unbestreitbar. Jedoch muss im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung möglichst effizient mit diesen gewirtschaftet werden. Beide genannten Aspekte werden durch den Faktor Ausbringen erfasst und beschrieben.

Der ebenfalls berücksichtigte Anreicherungsgrad erfasst die Randbedingungen, die der Bergbau bei Erschließung einer Lagerstätte vorfindet. Gerade im Metallerzbergbau sind die Gehalte der Wertstoffe im Gestein sehr niedrig, so dass entsprechend mehr Fläche, Energie und Wasser für Gewinnung und Aufbereitung in Anspruch genommen werden wird, als dies bei Massenrohstoffen wie bei Kies und Sand der Fall ist. Um solche geringhaltigen Rohstoffe auf dem Weltmarkt verkaufen zu können, sind Anreicherungsprozesse notwendig, die ein Konzentrat mit mittleren bis hohen

Wertstoffgehalten liefern. Die hierfür nötigen Anlagen werden zusätzlich Fläche, Wasser und Energie benötigen, und dies umso mehr, je höherhaltig das produzierte Produkt respektive je größer der Unterschied (das Verhältnis) zwischen Wertstoffgehalt im Produkt und Wertstoffgehalt im Erz ist. Die Anreicherung kann als Vorleistung der Rohstoffwirtschaft angesehen werden, die bestrebt ist, möglichst hochwertige Produkte (beispielsweise Konzentrate mit hohem Wertstoffgehalt) an die weiterverarbeitende Industrie zu liefern. Tendenziell lässt sich durchaus feststellen, dass je hochwertiger das gelieferte Produkt, umso weniger Fläche, Energie und Wasser müssen in der nachfolgenden Verarbeitung eingesetzt werden.

**Tabelle 60: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit  $AV_{econ}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 61: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit  $AV_{econ}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

## 5.2.2.9 Indikator: Fördermenge, Prod (Production)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \{m_{\text{prod},t} \geq m_{\text{prod},t-1}\} + \{\text{Days}_{\text{no production},t} \leq \text{Days}_{\text{no production},t-1}\} \right) * \{m_{\text{prod},t} \geq m_{\text{prod},t-1}\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\{m_{\text{prod},t} \geq m_{\text{prod},t-1}\} + \{\text{Days}_{\text{no production},t} \leq \text{Days}_{\text{no production},t-1}\}$

Tabelle 62: Benötigte Werte für den Indikator Fördermenge Prod.

$m_{\text{prod},t}; m_{\text{prod},t-1}$ :	Menge der produzierten Güter im Jahr t bzw. t-1 in t.
$\text{Days}_{\text{no production},t}; \text{Days}_{\text{no production},t-1}$ :	Anzahl der Tage, an denen nicht produziert wurde im Jahr t bzw. t-1 in d.

Erläuterung Fördermenge (Prod):

Die Rohstoffgewinnung kann die beiden in der öffentlichen Diskussion formulierten Prinzipien, dass nur soviel verbraucht werden soll, wie natürlich nachwächst bzw. wie durch alternative Produkte ersetzt werden kann, von ihrem grundlegenden Charakter nicht erfüllen. Gleichwohl dient die Rohstoffgewinnung der nachhaltigen Befriedigung wichtigster menschlicher Bedürfnisse (Waren, Energie) und hat insgesamt einen hohen Nutzen. Die Fördermenge steht hier als wichtiger Indikator für die nachhaltige Befriedigung des Bedarfs an Rohstoffen und insgesamt für die Versorgungssicherheit. Insofern ist für die Beurteilung der Versorgungsleistung eines Betriebes auch zu untersuchen, wie oft unplanmäßige Stillstandszeiten auftreten. Sie sind ein Indiz für unzureichende Instandhaltungs-, Vorsorge- oder Planungsmaßnahmen. Zudem kann dieser Indikator mit sozialen Indikatoren kombiniert werden, die beispielsweise die Zufriedenheit der Belegschaft untersuchen.

**Tabelle 63: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Prod.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 64: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Prod.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

## 5.3 Nachhaltigkeitsindikatoren für die soziale Säule

### 5.3.1 Genereller Aufbau der sozialen Indikatoren

Die Ausdrücke innerhalb der Indikatoren werden mit den Werten 1 oder 0 bewertet. Der Wert 1 kennzeichnet die Erfüllung der Vorgabe. Bei Nichterfüllung erhält der Ausdruck den Wert 0. Die bewerteten Ausdrücke stellen nunmehr eine Kombination aus den Werten 1 und 0 dar, die durch Addition und Multiplikation miteinander verknüpft sind. Nach Durchführung der Rechenoperationen ergibt sich der Ergebniswert. Der Aufbau der Nachhaltigkeitsindikatoren ist bei der Forderung nach starker Nachhaltigkeit komplexer als bei der schwachen Nachhaltigkeit.

#### 5.3.1.1 Starke Nachhaltigkeit:

Die aussagenbasierten mathematischen Terme haben grundsätzlich folgende Struktur:

$$\left(\{Zielvorgabe1\} + \{Zielvorgabe2\}\right) * \{Zielvorgabe1\}$$

Durch die Bewertung der einzelnen Vorgaben erhalten die jeweiligen Formelbestandteile den Wert 1 oder 0 zugewiesen, so dass sich nach Ausführung der Rechenoperationen ein Gesamtergebnis zwischen 0 (nicht nachhaltig) und 2 (nachhaltig) ergeben kann.

#### 5.3.1.2 Schwache Nachhaltigkeit:

In Bezug auf die Bewertung des gleichen Sachverhaltes unter dem Aspekt der schwachen Nachhaltigkeit, ist nur eine Vorgabe zu erfüllen. Die Punkteskala reicht hier von 0 (nicht nachhaltig) bis zum Wert 2 (nachhaltig).

$$\{Zielvorgabe1\} + \{Zielvorgabe2\}$$

### 5.3.2 Soziale Nachhaltigkeitsindikatoren

Nachfolgend sind die Nachhaltigkeitsindikatoren für die soziale Säule aufgeführt. Zu den Indikatoren, die noch weiterer Erläuterungen bedürfen, sind diese jeweils angefügt.

**Tabelle 65: Übersicht über die sozialen Indikatoren.**

Nr.	Indikatorname (Englisch)	Zeichen
1	Jahresurlaub (Vacation)	Vac
2	Arbeitszeit (Labour Time)	LT
3	Kinderarbeit (Child Labour)	CL
4	Einkommen (Purchasing Power)	PP
5	Freiwillige betriebliche Leistungen (Voluntary Allowances, Company)	VA <sub>comp</sub>
6	Arbeitsunfälle (Occupational Accident)	OA
7	Beschäftigung (Employment)	Emp
8	Sozio-ökonomische Wertschöpfung (Added Value, Socio-Economic)	AV <sub>soc-econ</sub>
9	Umsiedlung (Resettlement)	Res
10	Freiwillige Leistungen, sozial (Voluntary Investment, Social)	VIS <sup>241</sup>

---

<sup>241</sup> Dieser Indikator wird gesondert auf Seite 202 im Anschluss an die übrigen Nachhaltigkeitsindikatoren betrachtet.

## 5.3.2.1 Indikator: Jahresurlaub, Vac (Vacation)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \{ \text{Days}_{\text{vac},t} \geq \text{Days}_{\text{vac,LC}} \} + \{ \text{Days}_{\text{vac},t} \geq \text{Days}_{\text{vac,ILO}} \} \right) * \{ \text{Days}_{\text{vac},t} \geq \text{Days}_{\text{vac,LC}} \}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left( \{ \text{Days}_{\text{vac},t} \geq \text{Days}_{\text{vac,LC}} \} + \{ \text{Days}_{\text{vac},t} \geq \text{Days}_{\text{vac,ILO}} \} \right)$

Tabelle 66: Benötigte Werte für den Indikator Jahresurlaub Vac.

$\text{Days}_{\text{vac},t}$ :	Anzahl der Tage Urlaub pro Mitarbeiter im Jahr t in d.
$\text{Days}_{\text{vac,LC}}$ :	Gesetzlich vorgegebene Mindestanzahl der Tage Urlaub pro Mitarbeiter in d.
$\text{Days}_{\text{vac,ILO}}$	Gemäß ILO vorgegebene Mindestanzahl der Tage Urlaub pro Mitarbeiter in d.

Erläuterung Jahresurlaub (Vac):

Der Indikator „Jahresurlaub“ erfasst den Jahresurlaub in Tagen pro Jahr. Als Referenzwert wird das Übereinkommen 52 der ILO in der Neufassung vom Jahre 1970 (Übereinkommen 132) herangezogen. Danach hat ein Arbeitnehmer Anrecht auf bezahlten Urlaub, der auf keinen Fall weniger als drei Arbeitswochen für ein Dienstjahr betragen darf. Ist der Arbeitnehmer weniger als ein Jahr beschäftigt, muss der Jahresurlaub anteilig gewährt werden.

**Tabelle 67: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Vac.**

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>{Randbedingung} Z3 (= Z1)</b>	<b>Ergebnis (Z1+Z2)*Z3</b>
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 68: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Vac.**

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>Ergebnis Z1+Z2</b>
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

## 5.3.2.2 Indikator: Arbeitszeit, LT (Labour Time)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \frac{h_{\text{work,regular,t}}}{\text{week}} \leq \frac{h_{\text{work,regular,LC}}}{\text{week}} \right\} + \left\{ \frac{h_{\text{work,regular,t}}}{\text{week}} \leq \frac{h_{\text{work,regular,ILO}}}{\text{week}} \right\} \right) * \left\{ \frac{h_{\text{work,regular}}}{\text{week}} \leq \frac{h_{\text{work,regular,LC}}}{\text{week}} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \frac{h_{\text{work,regular,t}}}{\text{week}} \leq \frac{h_{\text{work,regular,LC}}}{\text{week}} \right\} + \left\{ \frac{h_{\text{work,regular}}}{\text{week}} \leq \frac{h_{\text{work,regular,ILO}}}{\text{week}} \right\}$

Tabelle 69: Benötigte Werte für den Indikator Arbeitszeit LT.

$\frac{h_{\text{work,regular,t}}}{\text{week}}$ :	Reguläre durchschnittliche Wochenarbeitszeit im Jahr t in h.
$\frac{h_{\text{work,regular,LC}}}{\text{week}}$ :	Gesetzlich vorgegebene maximale reguläre durchschnittliche Wochenarbeitszeit in h.
$\frac{h_{\text{work,regular,ILO}}}{\text{week}}$	Gemäß ILO vorgegebene durchschnittliche Wochenarbeitszeit in h.

Erläuterung Arbeitszeit (LT):

Der Indikator „Arbeitszeiten“ erfasst die Arbeitszeiten in Stunden pro Woche. Als Referenzwert gilt das am 13. Juni 1921 in Kraft getretene Übereinkommen Nr. 1 der International Labour Organisation (ILO) in dem die Arbeitszeit in gewerblichen Betrieben auf acht Stunden täglich und achtundvierzig Stunden wöchentlich begrenzt wird. Aufgrund der teilweise deutlich höheren Arbeitszeiten im Management werden Mitarbeiter aus diesem Bereich zur Vermeidung von Unschärfen in der Beurteilung aus der Betrachtung ausgeklammert.

**Tabelle 70: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit LT.**

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>{Randbedingung} Z3 (= Z1)</b>	<b>Ergebnis (Z1+Z2)*Z3</b>
1	1	1	1	<b>2</b>
2	1	0	1	<b>1</b>
3	0	1	0	<b>0</b>
4	0	0	0	<b>0</b>

**Tabelle 71: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit LT.**

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>Ergebnis Z1+Z2</b>
1	1	1	<b>2</b>
2	1	0	<b>1</b>
3	0	1	<b>1</b>
4	0	0	<b>0</b>

## 5.3.2.3 Indikator: Kinderarbeit, CL (Child Labour)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \min [Age_{workforce}] \geq \min_{LC} [Age_{workforce}] \right\} + \left\{ \min [Age_{workforce}] \geq \min_{ILO} [Age_{workforce}] \right\} \right) * \left\{ \min [Age_{workforce}] \geq \min_{LC} [Age_{workforce}] \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \min [Age_{workforce}] \geq \min_{LC} [Age_{workforce}] \right\} + \left\{ \min [Age_{workforce}] \geq \min_{ILO} [Age_{workforce}] \right\}$

**Tabelle 72: Benötigte Werte für den Indikator Kinderarbeit CL.**

$\min [Age_{workforce}] :$	Mindestalter der Beschäftigten in y.
$\min_{LC} [Age_{workforce}] :$	Gesetzlich vorgegebenes Mindestalter der Beschäftigten in y.
$\min_{ILO} [Age_{workforce}]$	Gemäß ILO vorgegebenes Mindestalter in y.

Erläuterung Kinderarbeit (CL):

Der Indikator „Kinderarbeit“ erfasst, ob Kinder zu Arbeitszwecken herangezogen werden. Als Kinderarbeit ist laut der ILO Konvention 138 die Beschäftigung von Kindern unter 15 Jahre oder unter dem höheren obligatorischen Mindest-Schulabschlussalter zu verstehen. Weiterhin dürfen Jugendliche unter 18 Jahren nicht unter Bedingungen arbeiten, die das Leben, die Gesundheit oder die Sittlichkeit gefährden. Als Erweiterung wurde im Jahr 1999 (Verbot und unverzügliche Maßnahmen zur Beseitigung der schlimmsten Formen der Kinderarbeit) die ILO Konvention 182 verabschiedet.

**Tabelle 73: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit CL.**

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>{Randbedingung} Z3 (= Z1)</b>	<b>Ergebnis (Z1+Z2)*Z3</b>
1	1	1	1	<b>2</b>
2	1	0	1	<b>1</b>
3	0	1	0	<b>0</b>
4	0	0	0	<b>0</b>

**Tabelle 74: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit CL.**

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>Ergebnis Z1+Z2</b>
1	1	1	<b>2</b>
2	1	0	<b>1</b>
3	0	1	<b>1</b>
4	0	0	<b>0</b>

## 5.3.2.4 Indikator: Einkommen, PP (Purchasing Power)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \min [PP_{\text{workforce}}] \geq \min_{\text{LC}} [PP_{\text{workforce}}] \right\} + \left\{ \min [PP_{\text{workforce}}] \geq \min_{\text{Sector}} [PP_{\text{workforce}}] \right\} \right) * \left\{ \min [PP_{\text{workforce}}] \geq \min_{\text{Sector}} [PP_{\text{workforce}}] \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \min [PP_{\text{workforce}}] \geq \min_{\text{LC}} [PP_{\text{workforce}}] \right\} + \left\{ \min [PP_{\text{workforce}}] \geq \min_{\text{Sector}} [PP_{\text{workforce}}] \right\}$

Tabelle 75: Benötigte Werte für den Indikator Einkommen PP.

$\min [PP_{\text{workforce}}]$ :	Niedrigste Kaufkraft der Beschäftigten in Geldeinheiten.
$\min_{\text{LC}} [PP_{\text{workforce}}]$ :	Kaufkraft bei gesetzlich vorgegebenem Mindesteinkommen in Geldeinheiten.
$\min_{\text{Sector}} [PP_{\text{workforce}}]$	Durchschnittliche Kaufkraft bei Mindesteinkommen im Sektor in Geldeinheiten.

Erläuterung Einkommen (PP):

Der Indikator „Einkommen“ analysiert das Verhältnis der Kaufkraft der Belegschaft mit ständigem Wohnsitz in der Region des Bergwerkes zum gesetzlich vorgegebenen Mindesteinkommen sowie zum im Sektor üblichen Durchschnittseinkommen. Die Beschränkung des Betrachtungsrahmens auf die Beschäftigten mit *ständigem* Wohnsitz berücksichtigt Bergbaubetriebe in Industrieländern sowie in Entwicklungsländern. Insbesondere in Bergwerken bei letzteren sind in der Regel die Führungspositionen durch Personen aus Industrieländern belegt, deren Gehälter denen ihrer Herkunftsländer üblichen entsprechen. Bei der Betrachtung von Bergwerken in Schwellen- und Entwicklungsländern würde die Einbeziehung der Führungskräfte aufgrund der wesentlichen Unterschiede im Lohnniveau gegenüber den einheimischen Arbeitern zu Unschärfen in der Beurteilung führen.

**Tabelle 76: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit PP.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	<b>2</b>
2	1	0	1	<b>1</b>
3	0	1	0	<b>0</b>
4	0	0	0	<b>0</b>

**Tabelle 77: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit PP.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	<b>2</b>
2	1	0	<b>1</b>
3	0	1	<b>1</b>
4	0	0	<b>0</b>

5.3.2.5 Indikator: Freiwillige betriebliche Leistungen,  $VA_{\text{workforce}}$  (Voluntary Allowances, Workforce)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \frac{\text{Value}_{VA,t}}{\text{Value}_{\text{turnover},t}} \geq \frac{\text{Value}_{VA,t-1}}{\text{Value}_{\text{turnover},t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{VA,t}}{\text{Value}_{VA,t-1}} \geq \frac{\text{Value}_{VA,\text{sec tor},t}}{\text{Value}_{VA,\text{sec tor},t-1}} \right\} \right) * \left\{ \frac{\text{Value}_{VA,t}}{\text{Value}_{\text{turnover},t}} \geq \frac{\text{Value}_{VA,t-1}}{\text{Value}_{\text{turnover},t-1}} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \frac{\text{Value}_{VA,t}}{\text{Value}_{\text{turnover},t}} \geq \frac{\text{Value}_{VA,t-1}}{\text{Value}_{\text{turnover},t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{VA,t}}{\text{Value}_{VA,t-1}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{turnover},\text{sec tor},t}}{\text{Value}_{\text{turnover},\text{sec tor},t-1}} \right\}$

Tabelle 78: Benötigte Werte für den Indikator  $VA_{\text{workforce}}$ 

$\text{Value}_{VA,t}$ ; $\text{Value}_{VA,t-1}$ :	Freiwillige betriebliche Leistung im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$\text{Value}_{\text{turnover},t}$ ; $\text{Value}_{\text{turnover},t-1}$ :	Umsatz im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$\text{Value}_{VA,\text{sec tor},t}$ ; $\text{Value}_{VA,\text{sec tor},t-1}$ :	Freiwillige betriebliche Leistung im Sektor im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.

Erläuterung Freiwillige betriebliche Leistungen VA<sub>workforce</sub>:

Der Indikator „Freiwillige betriebliche Leistungen“ beinhaltet sämtliche Leistungen und Versicherungen, die der Betrieb oder der Sektor seinen Mitarbeitern bietet, welche über die gesetzlichen Verpflichtungen hinausgehen und nicht Gegenstand von Vereinbarungen mit den Gewerkschaften sind wie zum Beispiel aus einem Tarifvertrag, wie ein dreizehntes Monatsgehalt oder eine betriebliche Altersrente für die Mitarbeiter. Ein solcher Indikator spiegelt sehr gut die Sozialverantwortung eines Unternehmens oder des Sektors gegenüber seinen Mitarbeitern wider.

**Tabelle 79: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit VA<sub>Workforce</sub>**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 80: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit VA<sub>Workforce</sub>**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

## 5.3.2.6 Indikator: Arbeitsunfälle, OA (Occupational Accident)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \sum h_{\text{absence},t} \leq \sum h_{\text{absence},t-1} \right\} + \left\{ \frac{\sum h_{\text{absence},t}}{1.000.000 \text{ h}} \leq \frac{\sum h_{\text{absence},t}}{1.000.000 \text{ h}} \right\}_{\text{sec tor}} \right) * \{ \text{No}_{\text{Fatalities},t} = 0 \}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \sum h_{\text{absence},t} \leq \sum h_{\text{absence},t-1} \right\} + \left\{ \frac{\sum h_{\text{absence},t}}{1.000.000 \text{ h}} \leq \frac{\sum h_{\text{absence},t}}{1.000.000 \text{ h}} \right\}_{\text{sec tor}}$

Tabelle 81: Benötigte Werte für den Indikator OA.

$\sum h_{\text{absence},t} ; \sum h_{\text{absence},t-1} :$	Anzahl an Fehlstunden im Jahr t bzw. t-1 in h.
$\frac{\sum h_{\text{absence},t}}{1.000.000 \text{ h}} :$  sec tor	Durchschnittliche Anzahl an Fehlstunden pro 1.000.000 Arbeitsstunden im Sektor im Jahr t.
$\text{No}_{\text{Fatalities}}$	Anzahl tödlicher Unfälle im Jahr t.

Erläuterung Arbeitsunfälle OA:

Der Indikator „Arbeitsunfälle“ zeigt die Relation zwischen den durch Unfälle der Belegschaft ausgefallenen Stunden und einer Million verfahrenere Betriebsstunden. Dieser Indikator kann als Maß für die Wirkung vorausgegangener Maßnahmen zur Erhöhung der Arbeitssicherheit im Betrieb/Sektor eingesetzt werden.

Tabelle 82: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit OA.

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

Tabelle 83: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit OA.

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

## 5.3.2.7 Indikator: Beschäftigung, Emp (Employment)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \text{No}_{\text{workforce,local,t}} \geq \text{No}_{\text{workforce,local,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{No}_{\text{workforce,local,t}}}{\text{No}_{\text{workforce,total,t}}} \geq \frac{\text{No}_{\text{workforce,local,t-1}}}{\text{No}_{\text{workforce,total,t-1}}} \right\} \right) * \left\{ \text{No}_{\text{workforce,local,t}} \geq \text{No}_{\text{workforce,local,t-1}} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \text{No}_{\text{workforce,local,t}} \geq \text{No}_{\text{workforce,local,t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{No}_{\text{workforce,local,t}}}{\text{No}_{\text{workforce,total,t}}} \geq \frac{\text{No}_{\text{workforce,local,t-1}}}{\text{No}_{\text{workforce,total,t-1}}} \right\}$

Tabelle 84: Benötigte Werte für den Indikator Emp.

$\text{No}_{\text{workforce,local,t}} ; \text{No}_{\text{workforce,local,t-1}}$ :	Anzahl an Beschäftigten aus der Region im Jahr t bzw. t-1 in Personen.
$\text{No}_{\text{workforce,total,t}} ; \text{No}_{\text{workforce,total,t-1}}$ :	Anzahl an insgesamt Beschäftigten im Jahr t bzw. t-1 in Personen.

Erläuterung Beschäftigung Emp:

Bei der Beurteilung der Beschäftigungsbedeutung eines Unternehmens stellt sich häufig das Problem der Vergleichbarkeit von Ballungsräumen und dünn besiedelten Gebieten. Während ein Arbeitsplatzangebot von zum Beispiel 200 Arbeitsplätzen in einem Ballungsgebiet eine relativ geringe Relevanz hat, bedeutet das gleiche Angebot in dünn besiedelten Gebieten eine überdurchschnittliche Steigerung und besitzt somit eine große Bedeutung für die Entwicklung der Region.

Wichtiger jedoch ist das Verhältnis von Gesamtbeschäftigtenzahl zu der Zahl der lokal ansässigen Bevölkerung.

**Tabelle 85: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Emp.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 86: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Emp.**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

5.3.2.8 Indikator: Sozioökonomische Wertschöpfung,  $AV_{\text{soc-econ}}$  (Added Value, Socio-Economic)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \frac{\overline{PP}_{\text{inhabi tan t,t}}}{A_{\text{im pact}}} \geq \frac{\overline{PP}_{\text{inhabi tan t,t-t}}}{A_{\text{im pact}}} \right\} + \left\{ \frac{\overline{GNP}_t}{A_{\text{im pact}}} \geq \frac{\overline{GNP}_{t-t}}{A_{\text{im pact}}} \right\} \right) * \left\{ \frac{\overline{PP}_{\text{inhabi tan t,t}}}{A_{\text{im pact}}} \geq \frac{\overline{PP}_{\text{inhabi tan t,t-t}}}{A_{\text{Im pact}}} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \frac{\overline{PP}_{\text{inhabi tan t,t}}}{A_{\text{im pact}}} \geq \frac{\overline{PP}_{\text{inhabi tan t,t-t}}}{A_{\text{im pact}}} \right\} + \left\{ \frac{\overline{GNP}_t}{A_{\text{im pact}}} \geq \frac{\overline{GNP}_{t-t}}{A_{\text{im pact}}} \right\}$

Tabelle 87: Benötigte Werte für den Indikator  $AV_{\text{soc-econ}}$ 

$\frac{\overline{PP}_{\text{inhabi tan t,t}}}{A_{\text{im pact}}}; \frac{\overline{PP}_{\text{inhabi tan t,t-t}}}{A_{\text{im pact}}}$	Durchschnittliche Kaufkraft pro Kopf und ha in der betroffenen Region im Jahr t bzw. vor Beginn des Bergbaus in Geldeinheiten pro Kopf und ha.
$\frac{\overline{GNP}_t}{A_{\text{im pact}}}; \frac{\overline{GNP}_{t-t}}{A_{\text{im pact}}}$	Durchschnittliche Bruttowertschöpfung pro ha im Jahr t bzw. vor Beginn des Bergbaus in Geldeinheiten pro ha.

Erläuterung Sozio-ökonomische Wertschöpfung  $AV_{\text{soc-econ}}$ :

Dieser Indikator untersucht die sozioökonomische Gesamtwirkung des Betriebes in seiner Umgebung. Bezugsgröße ist hierbei die Fläche, die auch durch Umweltverschmutzung betroffen ist. Beispielsweise kann hierdurch abgeschätzt und erfasst werden, in wie weit Staubbelastung oder Schadstoffbelastung in Gewässern zu niedrigeren Erträgen in umliegenden landwirtschaftlichen Betrieben führt. Umgekehrt wird jedoch auch erfasst, ob der Betrieb durch die Ansiedlung von Zulieferern und Kontraktoren zu einer Verbesserung der ökonomischen Situation (=Entwicklung) im Umfeld beigetragen hat (= der sozioökonomische Fußabdruck).

**Tabelle 88: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit  $AV_{\text{SE}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	{Randbedingung} Z3 (= Z1)	Ergebnis (Z1+Z2)*Z3
1	1	1	1	2
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	0	0	0

**Tabelle 89: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit  $AV_{\text{SE}}$ .**

Fall	{Zielvorgabe 1} Z1	{Zielvorgabe 2} Z2	Ergebnis Z1+Z2
1	1	1	2
2	1	0	1
3	0	1	1
4	0	0	0

## 5.3.2.9 Indikator: Umsiedlung, Res (Resettlement)

Starke Nachhaltigkeit:
$\left( \left\{ \overline{PP}_{\text{ResInhab},t} \geq \overline{PP}_{\text{ResInhab},t-t} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{comp}}}{\text{No}_{\text{ResInhab}}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{loss}}}{\text{No}_{\text{ResInhab}}} \right\} \right) * \left\{ \overline{PP}_{\text{ResInhab},t} \geq \overline{PP}_{\text{ResInhab},t-t} \right\}$
Schwache Nachhaltigkeit:
$\left\{ \overline{PP}_{\text{ResInhab},t} \geq \overline{PP}_{\text{ResInhab},t-t} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{comp}}}{\text{No}_{\text{ResInhab}}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{loss}}}{\text{No}_{\text{ResInhab}}} \right\}$

Tabelle 90: Benötigte Werte für den Indikator Res.

$\overline{PP}_{\text{ResInhab},t}; \overline{PP}_{\text{ResInhab},t-t}$ :	Durchschnittliche Kaufkraft pro Kopf umgesiedelter Personen im Jahr t bzw. vor Beginn des Bergbaus in Geldeinheiten in Geldeinheiten.
$\frac{\text{Value}_{\text{comp}}}{\text{No}_{\text{ResInhab}}}; \frac{\text{Value}_{\text{loss}}}{\text{No}_{\text{ResInhab}}}$ :	Kompensationszahlungen und Wertverluste pro umgesiedelte Person in Geldeinheiten pro Person.

Erläuterung Umsiedlung Res:

Der Indikator „Umsiedlung“ untersucht zwei Aspekte nötiger Umsiedlungsmaßnahmen. Zunächst wird analysiert, ob sich die Kaufkraft der umgesiedelten Personen verschlechtert hat, beispielsweise auf Grund von mangelnden Arbeitsplätzen am Ort der Ansiedlung oder durch geringere Erträge auf den neuen Feldern.

Des Weiteren wird untersucht, ob die erfolgten Kompensationszahlungen die Verluste der umgesiedelten Personen ausgeglichen haben. In den Kompensationszahlungen sind auch jährliche Zahlungen enthalten, um gegebenenfalls den angesprochenen Kaufkraftverlust zu kompensieren.

**Tabelle 91: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke Nachhaltigkeit Res.**

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>{Randbedingung} Z3 (= Z1)</b>	<b>Ergebnis (Z1+Z2)*Z3</b>
1	1	1	1	<b>2</b>
2	1	0	1	<b>1</b>
3	0	1	0	<b>0</b>
4	0	0	0	<b>0</b>

**Tabelle 92: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die schwache Nachhaltigkeit Res.**

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>Ergebnis Z1+Z2</b>
1	1	1	<b>2</b>
2	1	0	<b>1</b>
3	0	1	<b>1</b>
4	0	0	<b>0</b>

## 5.4 Indikatoren: Freiwillige Leistungen

<b>INDIKATOR: Freiwillige Leistungen, sozial</b>	<b>VIS (Voluntary Investment, Social)</b>
Starke und schwache Nachhaltigkeit:	
$\left\{ \frac{\text{Value}_{\text{VIS},t}}{\text{Value}_{\text{turnover},t}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{VIS},t-1}}{\text{Value}_{\text{turnover},t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{VIS},t}}{\text{Value}_{\text{VIS},t-1}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{VIS,sec tor},t}}{\text{Value}_{\text{VIS,sec tor},t-1}} \right\} + \{\text{Co-operation (N)GOs}\}$	

<b>INDIKATOR: Freiwillige Leistungen, ökologisch</b>	<b>VIE (Voluntary Investment, Ecology)</b>
Starke und schwache Nachhaltigkeit:	
$\left\{ \frac{\text{Value}_{\text{VIE},t}}{\text{Value}_{\text{turnover},t}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{VIE},t-1}}{\text{Value}_{\text{turnover},t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{VIE},t}}{\text{Value}_{\text{VIE},t-1}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{VIE,sec tor},t}}{\text{Value}_{\text{VIE,sec tor},t-1}} \right\} + \{\text{Co-operation (N)GOs}\}$	

<b>INDIKATOR: Freiwillige Leistungen, Infrastruktur</b>	<b>VII (Voluntary Investment, Infrastructure)</b>
Starke und schwache Nachhaltigkeit:	
$\left\{ \frac{\text{Value}_{\text{VII},t}}{\text{Value}_{\text{turnover},t}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{VII},t-1}}{\text{Value}_{\text{turnover},t-1}} \right\} + \left\{ \frac{\text{Value}_{\text{VII},t}}{\text{Value}_{\text{VII},t-1}} \geq \frac{\text{Value}_{\text{VII,sec tor},t}}{\text{Value}_{\text{VII,sec tor},t-1}} \right\} + \{\text{Co-operation (N)GOs}\}$	

**Tabelle 93: Benötigte Werte für die Indikatoren VIS, VIE, VII.**

$Value_{VIE,t}; Value_{VIE,t-1} :$	Freiwillige Leistungen in ökologische Projekte im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$Value_{turnover,t}; Value_{turnover,t-1} :$	Umsatz im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$Value_{VII,t}; Value_{VII,t-1} :$	Freiwillige Leistungen in infrastrukturelle (ökonomische) Projekte im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.
$Value_{VIS,t}; Value_{VIS,t-1} :$	Freiwillige Leistungen in soziale Projekte im Jahr t bzw. t-1 in Geldeinheiten.

Erläuterung Freiwillige Leistungen VIS, VIE, VII:

In vielen Fällen führt die Eröffnung eines Bergwerkes zu schweren Einschnitten und Veränderungen in die sozialen Strukturen der Region. Aufgabe eines nachhaltigen Rohstoffbetriebes ist die Begrenzung derartiger Einwirkungen; vermeiden lassen sie sich allerdings nicht. Zu den wichtigsten Einschnitten gehören die Umsiedelung ganzer Ortschaften, partielle Veränderung des Lohnniveaus in der Region oder Verlust der kulturellen Identität, Belegung von Fläche, Zerstörung von Naturgütern oder die Verdrängung bestehender Betriebe. Da Bergwerke in der Regel mittelfristig betrieben werden, wird häufig die langfristige Perspektive der betroffenen Region nach Abschluss der bergbaulichen Tätigkeiten außer acht gelassen.

Der Indikator „Freiwillige Investitionen“ gibt den Grad der Bestrebungen eines Unternehmens an, über die gesetzlichen Vorgaben hinaus, Sanierungs-, Vermeidungs- oder Ersatzmaßnahmen gegen nachteilige Einwirkungen im Einflussraum zu ergreifen. Hierbei wird durch Einbezug der Zielvorgabe „Kooperation mit (N)RO [Ja/Nein]“ („Co-operation with (N)GOs“) berücksichtigt, dass auch freiwillige Leistungen zielorientiert sein und sich an den Bedürfnissen der Bevölkerung orientieren sollten (siehe Brundtland: „meet the needs“). Dies kann gewährleistet werden durch Zusammenarbeit mit entsprechenden staatlichen oder Nichtregierungs-Organisationen vor Ort.

Tabelle 94: Mögliche Fälle und Ergebnisse für die starke und schwache Nachhaltigkeit VIS, VIE, VII.

<b>Fall</b>	<b>{Zielvorgabe 1} Z1</b>	<b>{Zielvorgabe 2} Z2</b>	<b>{Zielvorgabe 3} Z3</b>	<b>Ergebnis Z1+Z2+Z3</b>
1	1	1	1	3
2	1	0	1	2
3	1	1	0	2
4	1	0	0	1
5	0	1	1	2
6	0	0	1	1
7	0	1	0	1
8	0	0	0	0

## 6 Beurteilungssystem

Wie in Kapitel 5 erläutert, sind die Indikatoren bereits derart konzipiert, dass ihr Ergebniswert eine Beurteilung der Erfüllung der gewählten Zielvorgaben ermöglicht. Zur Beurteilung der Nachhaltigkeit des Betriebes ist jedoch eine Zusammenführung dieser Beurteilungsergebnisse notwendige Voraussetzung.

Es gilt zu beachten, dass die Auswahl der Indikatoren einer Modellierung der Realität entspricht. Die Modellierung beinhaltet die Reduzierung des betrachteten Objektes auf die für die Fragestellung relevanten Eigenschaften. Hierdurch kommt es natürlicherweise zu Unschärfen, die sich aus der reduktionsbedingten Unvollständigkeit des Modells ergeben. Es werden also aus der Vielzahl von Wechsel- und Auswirkungen gezielt diejenigen ausgewählt, die einerseits die anstehenden Fragen betrachten und beantworten und andererseits aber auch in ihrer Gesamtheit ein im Rahmen der Gesamtbetrachtung vollständiges Abbild des Objektes, also des Betriebes, Unternehmens oder der Branche, erlauben.

Insofern ist die Beurteilung des Betriebes nur so aussagefähig wie die gewählte Anzahl, Komplexität und Art der Indikatoren.

Bei Verwendung des dargestellten Indikatorensystems wird die Beurteilung über ein Punktesystem durchgeführt. Maßgebend wird hierbei sein, wie komplex die Indikatoren gebildet werden. Die vorgestellten Indikatoren sind auf einer relativ niedrigen Komplexitätsebene angesiedelt. Einzig die ökologischen Indikatoren beinhalten mehrere Zielvorgaben.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Höchstwerte der Ergebnisse der einzelnen Indikatoren aufgeführt (siehe Tabelle 95, Spalte 3).

Relevant in diesem Zusammenhang ist der größte erzielbare Höchstwert bei den Indikatoren. Der größte erzielbare Höchstwert wird der Referenzwert, zu dem die anderen Maximalwerte in Relation gesetzt werden.

$$g_{\text{Indikator}} = \frac{\max[\text{Ergebniswert}]_{\text{Indikator}}}{\max[\text{Ergebniswert}_{\text{Indikatoren}}]_{\text{Anzahl Indikatoren}}}$$

In diesem Fall ist der größte Höchstwert der Wert 16. Durch die Wahl der Indikatoren sind die Verhältniszahlen wie in der Tabelle angegeben (siehe Tabelle 95, Spalte 4).

Tabelle 95: Indikatoren und Höchstwerte

Säule	Indikator	Höchstwert	Verhältnis zu Höchstwert: $g_{\text{Indikator}}$
Ökologie	$P_D$	16	1
	$P_{\text{GHG}}$	16	1
	$P_{\text{non-GHG}}$	16	1
	$P_{\text{sp}}$	16	1
	$P_{\text{wp}}$	16	1
	$U_A$	16	1
	$U_E$	16	1
	$U_W$	16	1
	VIE	3	0,1875
Ökonomie	Pr	2	0,125
	TSR	2	0,125
	$Inv_{\text{plant}}$	2	0,125
	$Inv_{\text{R\&D}}$	2	0,125
	$C_{\text{comp, tbp}}$	2	0,125
	$C_{\text{loss}}$	2	0,125
	Prov <sub>LC</sub>	2	0,125
	$AV_{\text{econ}}$	2	0,125
	Prod	2	0,125
	VII	3	0,1875
Gesellschaft/ Soziales	Vac	2	0,125
	LT	2	0,125
	CL	2	0,125
	PP	2	0,125
	$VA_{\text{comp}}$	2	0,125
	OA	2	0,125
	Emp	2	0,125
	$AV_{\text{soc-econ}}$	2	0,125
	Res	2	0,125
	VIS	3	0,1875
<b>Summe</b>	<b>Anzahl: 29</b>	<b>175</b>	<b>-</b>

Durch die Gewichtung mit den ermittelten Verhältniszahlen lassen sich nun komplexe und einfache Indikatoren zusammenführen, ohne dass Veränderungen in den einfacheren Indikatoren, die eine kleinere Werteskala haben, in der Gesamtsumme verloren gehen.

Die Rechenvorschrift für das Beurteilungssystem lautet somit:

$$R_{\text{Zielerreichung}} = \frac{\sum_1^{\text{Anzahl Indikatoren}} \frac{\text{Ergebniswert}_{\text{Indikatoren}}}{g_{\text{Indikator}}}}{\text{Anzahl}_{\text{Indikatoren}} * \max[\text{Ergebniswert}_{\text{Indikatoren}}]_1^{\text{Anzahl Indikatoren}}} * 100\%$$

mit:

$R_{\text{Zielerreichung}}$  : Zielerreichungsgrad in %.

$\max[\text{Ergebniswert}_{\text{Indikatoren}}]_1^{\text{Anzahl Indikatoren}}$  : Größter Höchstwert bei den möglichen Ergebnissen.

$g_{\text{Indikator}} = \frac{\max[\text{Ergebniswert}]_{\text{Indikator}}}{\max[\text{Ergebniswert}_{\text{Indikatoren}}]_1^{\text{Anzahl Indikatoren}}}$  : Verhältnis zwischen Höchstwert der Indikatoren und maximalem Höchstwert.

$\text{Ergebniswert}_{\text{Indikatoren}}$  : Tatsächlicher Ergebniswert der Indikatoren.

Das Beurteilungssystem ist flexibel hinsichtlich Anzahl, Art und Komplexität der gewählten Indikatoren. Der zu ermittelnde Grad der Zielerreichung gibt Aufschluss über möglichen Handlungsbedarf. Die sich anschließende Indikatoranalyse kann bei entsprechender Wahl der Indikatoren detailliert Auskunft über niedrige Zielerreichungsgrade geben.

Ferner ist das Beurteilungssystem auch nicht an die Klassifizierung der Indikatoren in Säulen oder Dimensionen gebunden. Unabhängig von der Anzahl der Indikatoren in einzelnen Säulen, kann hiermit die Erfüllung der Zielvorgaben überprüft werden.

Die Einfachheit des Beurteilungssystems resultiert aus der Möglichkeit, bereits die Indikatoren beliebig komplex zu konstruieren sowie aus der Tatsache, dass bereits auf Indikatorebene eine Beurteilung der Zielvorgaben, die getroffen werden, erfolgt.



## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Im Zuge der Erstellung des Berichts der Weltkommission zu Umwelt und Entwicklung (World Commission on Environment and Development, WCED) in den 1980er Jahren ist ein Begriff in die öffentliche Diskussion um Umwelt und Entwicklung eingeführt worden, der wie kein anderer die internationale und nationale Politik der letzten zwanzig Jahre in allen Bereichen beeinflusst hat: *sustainable development*.

In der Folgezeit sind zahllose Publikationen zu *sustainable development* verfasst worden, die – teils kontrovers – diesen Begriff diskutiert und zu definieren versucht haben. Sowohl die Vereinten Nationen, die OECD oder die EU als inter- und supranationale Institutionen wie auch nationale Regierungen beschäftigen sich mit *sustainable development*. Unternehmen, insbesondere global operierende Unternehmen, veröffentlichen regelmäßig „Sustainability Reports“, die Finanzbranche, wie beispielsweise die Weltbank Gruppe, widmet sich dem Thema aus Financier-Sicht und nicht zuletzt die wissenschaftliche Fachpresse bespricht das Thema *sustainable development* aus der Sichtweise unterschiedlichster Fachdisziplinen.

Eine kontroverse Diskussion wird jedoch bereits seit den Anfängen der Popularisierung des Begriffes *sustainable development* in den 1980er Jahren geführt:

Wie ist *sustainable development* zu definieren und welche Handlungsempfehlungen lassen sich ableiten?

Um Antworten auf diese Fragen zu formulieren, wurde im Rahmen dieser Arbeit die Herkunft des Begriffes *sustainable development* untersucht. Denn obwohl *sustainable development* tatsächlich erst mit dem WCED-Bericht 1987 in den Fokus der öffentlichen und politischen Debatte um die Entwicklung der Menschheit gelangt ist, war der Begriff als solches bereits in den Jahren zuvor in Nutzung. Ebenso wie andere Begriffe, die eine solche Relevanz erfahren haben, ist *auch sustainable development* nicht spontan als Begriff entstanden, sondern hat eine Vorgeschichte und Vorläufer, die einen guten Hinweis auf das geben, was der Begriff inhaltlich umschreibt und wie er zu interpretieren ist. Hierzu wurden in dieser Arbeit nicht nur die Umweltpolitik der letzten vier Jahrzehnte, sondern auch die sozioökonomischen Entwicklungen sowie entwicklungspolitischen Ansätze in diesem Zeitraum untersucht.

Durch die Darstellung der chronologischen Abfolge von Entwicklungen in der Fachwelt, in Gesellschaft und Politik sowie in der Wirtschaft konnte dargestellt werden,

dass das *sustainable development*-Konzept entwicklungspolitische und ökologische Aspekte in sich vereint. Diese Bipolarität des Konzeptes führt dazu, dass mit der Brundtland-Definition aus dem Jahre 1987 zwar ein begrifflicher und politischer Konsens gefunden werden konnte, die Interpretation und Auslegung des *sustainable development*-Paradigmas jedoch bei der Umsetzung verschieden sein kann. Entscheidend sind die vorgefundenen Randbedingungen politischer und gesellschaftlicher Art.

Dieser Umstand wirkt sich insbesondere bei der Betrachtung des Themengebietes „Bergbau und Nachhaltigkeit“ aus. In der Arbeit wurde dargestellt, dass Bergbau nur dort betrieben werden kann, wo gewinnbare Lagerstätten vorhanden sind. In Konsequenz dieser Tatsache, muss der Bergbausektor für die vorgefundenen Randbedingungen ökologischer, gesellschaftlicher und politischer Art spezifische, standortbezogene Ansätze für ein nachhaltiges Wirtschaften erarbeiten. Es wurde weiterhin ausgeführt, dass die Versorgung der Gesellschaft und nachgeschalteter Wirtschaftszweige auch im Sinne des Nachhaltigkeits-Paradigmas notwendige Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung ist. Unabhängig von der Notwendigkeit der Rohstoffversorgung für eine dauerhafte Entwicklung, müssen die Eingriffe in die Umwelt und die Natur aber aufrechterhaltbar sein. Wie dargelegt, bedeutet dies, dass Rohstoffgewinnungsbetriebe nicht nur die nationalen gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen haben, sondern eigenverantwortlich und selbstverpflichtend diese Standards übertreffen sollten, wenn entsprechende organisatorische oder technologische Möglichkeiten (Best Available Technology, BAT) verfügbar sind. Die in der Arbeit dargestellte Konsequenz dieser Überlegungen ist, dass Bergbau nachhaltig sein *kann*. Eine grundsätzliche Unvereinbarkeit von Bergbau und Rohstoffgewinnung und nachhaltiger Entwicklung ist jedoch weder durch das *sustainable development*-Paradigma begründbar noch gerechtfertigt.

Die in der Arbeit vorgestellten zahlreichen Akteure und Initiativen im Bereich „Bergbau und Nachhaltigkeit“ auf nationaler und internationaler Ebene zeigen, dass naturgemäß die Interessen dieser Gruppen unterschiedlicher, teilweise sogar konträrer Art sein können. Anteilseigner sind zum Beispiel an Wettbewerbsfähigkeit, Innovation und Gewinn interessiert, der Staat möchte neben diesen Aspekten auch Auskünfte erhalten zu Arbeitsbedingungen, zu der Einhaltung von Menschenrechten und anderen Gesetzen sowie an Steuereinnahmen, während die lokale Bevölkerung

und NROs an Arbeitsplätzen oder an Auswirkungen auf ihre natürliche und soziale Umgebung interessiert sind. Die Herausforderung bei der Umsetzung des Leitbildes liegt damit auch in einer adäquaten Integration der Interessen dieser Gruppen.

Wie in der Agenda 21 gefordert, soll die Leistung von Unternehmen und Betrieben in Bezug auf ihre Nachhaltigkeit durch Indikatoren beurteilt werden. In diesem Zusammenhang wird gemeinhin ein Indikator definiert als:

- eine quantitative oder qualitative Messgröße, die gemessen oder beschrieben und über die Zeit beobachtet werden kann und welche darüber hinaus fähig ist, den gegenwärtigen Zustand und Änderungen aufzuzeigen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird das Verständnis von Indikatoren erweitert, indem die vorgenannte Definition modifiziert wird. Indikatoren werden in dieser Arbeit definiert als:

- quantitative Größen, die gemessen oder beschrieben und über die Zeit beobachtet werden können, welche darüber hinaus fähig sind, den gegenwärtigen Zustand und Änderungen aufzuzeigen,
- *die dimensionsübergreifend formuliert werden und*
- *deren Wert einen Zielerreichungsgrad angeben und somit Handlungsbedarf aufzeigen.*

Um eine ganzheitliche Beurteilung der Nachhaltigkeit einfach durchzuführen, werden hochaggregierte Indikatoren benötigt, die die innerhalb eines zu definierenden Referenzsystems identifizierten relevanten Kriterien in sich vereinigen.

Die in der vorliegenden Arbeit definierten Nachhaltigkeitsindikatoren für den Bergbau berücksichtigen die Vorgaben des *sustainable development*-Konzepts und der Agenda 21:

Die Indikatoren sind quantifizierbar und über die Zeit nachvollziehbar, so dass Entwicklungen verfolgt und beurteilt werden können.

Des Weiteren berücksichtigen sie den dimensionsübergreifenden Aspekt des *sustainable development*. Sie sind derart konzipiert, dass die Integration mehrerer Dimensionen in einem Indikator vollzogen werden kann.

Die Prämissen, die bei der Bildung der Indikatoren zu Grunde gelegt werden, sind die Minimierung von negativen Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft bei gleichzeitiger Maximierung von sozialen und ökonomischen Faktoren. Des Weiteren wird das

partizipative Moment, das Teil der Nachhaltigkeits-Idee ist, gewährleistet, indem explizit die soziale Akzeptanz gewisser Maßnahmen in die Beurteilung integriert wird.

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Indikatoren basieren auf der logischen Verknüpfung von Aussagen mittels der Booleschen Algebra. Ausgehend von grundlegenden Aussagen, deren Wahrheitswert sich an dem operationalisierten Nachhaltigkeitsparadigma orientiert, werden komplexere dimensionsübergreifende Aussagen konstruiert und ausgewertet. Hierbei beschränkt sich die verwendete Boolesche Algebra auf die Nutzung von UND (mathematisch:  $\wedge$ ) oder ODER (mathematisch:  $\vee$ ) Verknüpfungen.

Einfache logische Verknüpfungen im Rahmen der Aussagenlogik basieren auf der Zuweisung von Wahrheitswerten (WAHR = w oder FALSCH = f) zu einzelnen Aussagen. Diese Aussagen können über logische Operatoren, so genannte Junktoren (hier beispielsweise UND, ODER), verknüpft werden und die zusammengesetzte Aussage kann anschließend ausgewertet werden. Das Ergebnis liefert entweder den Wert WAHR oder FALSCH.

Der Vergleich der Ergebnisse der Booleschen Variante mit den Ergebnissen nach der Transformation in elementare Algebra zeigt den durch die Transformation erlangten Informationszuwachs. Mit der Booleschen Algebra kann nur zwischen zwei Wahrheitswerten WAHR und FALSCH (, also binär,) unterschieden werden. Eine weitere Differenzierung hinsichtlich der Zielvorgaben ist ohne Analyse der Rohdaten nicht möglich. Durch die Transformation in die elementare Algebra hingegen ist das Ergebnis hinsichtlich der Zielvorgaben in drei Werte, 0, 1 und 2, aufgegliedert. Es ist nunmehr möglich eine dreigeteilte Stufung (Bewertung) ohne weitere Analyse durchzuführen.

Die in der Arbeit aufgeführten Beispiele machen deutlich, dass mit dieser Methode, ausgehend von Zielvorgaben, eine differenzierte Betrachtung der Zielerreichung möglich ist. Die Art der Aussagen bestimmt hierbei, die Form und Verwendbarkeit der Ergebnisse.

Mit der vorgestellten Systematik können sowohl quantifizierbare wie auch qualitative Zielvorgaben in einen Indikator integriert und ausgewertet werden. Es ist weiterhin möglich, die Realität beliebig komplex abzubilden. Insbesondere Abhängigkeiten verschiedener Variablen untereinander können Berücksichtigung finden.

Wie bei der beispielhaft durchgeführten langfristigen ex post Betrachtung gezeigt, lassen sich sowohl kurzfristige wie auch langfristige Entwicklungen abbilden und analysieren. Es muss jedoch beachtet werden, welche Annahmen bei der Wahl und Verknüpfung der Aussagen getroffen werden.

Die Komplexität der Indikatoren ist beliebig hoch, zumal die Systematik mit gängigen Tabellenkalkulationsprogrammen einfach und übersichtlich umgesetzt werden kann. Die Nachhaltigkeitsindikatoren setzen sich aus mehreren Teil-Indikatoren (Kennzahlen oder Kenngrößen sowie qualitative Zielvorgaben) zusammen.

In der vorgelegten Arbeit wird eine Analysesystematik (*assessment system*) entwickelt. Insofern sind die vorgestellten und verwendeten Indikatoren beispielhaft zu verstehen. Die Systematik ist ausgelegt auf Flexibilität hinsichtlich der Art und der Anzahl der genutzten Indikatoren. Obwohl die genutzten Indikatoren beispielhaft verwendet werden, sind sie nicht willkürlich gewählt, sondern gezielt im Hinblick auf die Analysesystematik entwickelt worden. Im Anwendungsfall sollten die Indikatoren jedoch gegebenenfalls so modifiziert werden, dass die Randbedingungen vor Ort realistischer abgebildet werden.

Die ökologischen Indikatoren werden mehrdimensional vorgestellt. Die Systematik ist jedoch auch auf die ökonomischen und sozialen Indikatoren anwendbar.

Zwar wird eine Klassifizierung der Indikatoren in die drei klassischen Säulen „Ökologie“, „Ökonomie“ und „Soziales“ durchgeführt, diese trifft jedoch bei Verwendung der vorgestellten Vorgehensweise nur noch bedingt zu, da dimensionsübergreifende Nachhaltigkeitsindikatoren formuliert werden. Bei den „ökologischen“ Indikatoren wird deutlich, dass die Zuweisung zu einer einzigen Dimension nicht mehr eindeutig ist und nur noch der Strukturierung der Indikatoren dient. Analog lassen sich die Indikatoren in den anderen beiden Säulen formulieren.

Die Ausdrücke innerhalb der Indikatoren werden mit den Werten 1 oder 0 bewertet. Der Wert 1 kennzeichnet die Erfüllung der Vorgabe. Bei Nichterfüllung erhält der Ausdruck den Wert 0. Die bewerteten Ausdrücke stellen eine Kombination aus den Werten 1 und 0 dar, die durch Addition und Multiplikation miteinander verknüpft sind. Nach Durchführung der Rechenoperationen ergibt sich der Ergebniswert.

Der Aufbau der Nachhaltigkeitsindikatoren ist bei der Forderung nach starker Nachhaltigkeit komplexer als bei der schwachen Nachhaltigkeit.

Die Indikatoren sind bereits derart konzipiert, dass ihr Ergebniswert einer Beurteilung der Zielvorgaben entspricht. Zur Beurteilung der Nachhaltigkeit des Betriebes ist jedoch eine Zusammenführung dieser Beurteilungsergebnisse notwendige Voraussetzung.

Es gilt zu beachten, dass die Auswahl der Indikatoren einer Modellierung der Realität entspricht. Die Modellierung beinhaltet die Reduzierung des betrachteten Objektes auf die für die Fragestellung relevanten Eigenschaften. Hierdurch kommt es natürlicherweise zu Unschärfen, die sich aus der reduktionsbedingten Unvollständigkeit des Modells ergeben. Es werden also aus der Vielzahl von Wechsel- und Auswirkungen gezielt diejenigen ausgewählt, die einerseits die anstehenden Fragen betrachten und beantworten und andererseits aber auch in ihrer Gesamtheit ein im Rahmen der Gesamtbetrachtung vollständiges Abbild des Objektes, also des Betriebes, Unternehmens oder der Branche, erlauben.

Insofern ist die Beurteilung des Betriebes nur so aussagefähig wie die gewählte Anzahl, Komplexität und Art der Indikatoren.

Bei Verwendung des dargestellten Indikatorensystems wird die Beurteilung über ein Punktesystem durchgeführt. Maßgebend ist hierbei, wie komplex die Indikatoren gebildet werden. Das Beurteilungssystem ist flexibel hinsichtlich Anzahl, Art und Komplexität der gewählten Indikatoren. Der zu ermittelnde Grad der Zielerreichung gibt Aufschluss über möglichen Handlungsbedarf. Die sich anschließende Indikatoranalyse kann bei entsprechender Wahl der Indikatoren detailliert Auskunft über niedrige Zielerreichungsgrade geben. Ferner ist das Beurteilungssystem auch nicht an die Klassifizierung der Indikatoren in Säulen oder Dimensionen gebunden. Unabhängig von der Anzahl der Indikatoren in einzelnen Säulen, kann hiermit die Erfüllung der Zielvorgaben überprüft werden.

Die Einfachheit des Gesamtbeurteilungssystems resultiert aus der Möglichkeit, die Indikatoren beliebig komplex zu konstruieren sowie an der Tatsache, dass bereits auf Indikatorebene eine Beurteilung der Zielvorgaben, die getroffen werden, erfolgt.

Die vorgestellte Systematik zeigt, dass es möglich ist, strukturiert und systematisch die Nachhaltigkeit von Betrieben zu analysieren, die Zielerreichung zu beurteilen und Handlungsbedarf aufzuzeigen. Bislang existierende Indikatoren sind nur in Einzelfällen dimensionsübergreifend formuliert. Die hier vorgestellte Systematik ermöglicht die Integration aller Dimensionen in den Indikatoren. Zudem ist es gelungen, aussagen-

basierte und kennzahlenbasierte Teilindikatoren zusammenzuführen und integriert zu analysieren. Die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Teilindikatoren sind auf die speziellen Eigenarten des Bergbaus abgestimmt, so dass beispielsweise Anreicherungsgrad und Ausbringen berücksichtigt werden können.

Es zeigt sich jedoch auch, dass die Bildung von Nachhaltigkeitsindikatoren nur in Zusammenarbeit mit der betroffenen lokalen Bevölkerung, den Behörden und anderen Anspruchsgruppen zielführend ist, um externe und betriebsinterne Aspekte realistisch abzubilden. Die in dieser Arbeit vorgestellte Systematik berücksichtigt dies, indem die Indikatoren beliebig komplex dargestellt werden können.

Vermehrt werden von Bergbaubetrieben, insbesondere von den ICMM-Mitgliedern, die GRI-Indikatoren für die Nachhaltigkeits-Berichterstattung zu Grunde gelegt. Die meisten dieser Indikatoren sind jedoch deskriptiv. Das Nachhaltigkeits-Paradigma ist jedoch explizit normativ formuliert. Insofern müssen Ziele formuliert werden, die es zu erreichen gilt. Hierauf basiert auch der Ansatz der in dieser Arbeit formulierten Indikatoren. Nicht die Analyse, sondern die Zielerreichung steht im Vordergrund.

Trotz verschiedenster Initiativen, ist es im Bergbausektor noch nicht gelungen, eine weltweit verbindliche und einheitliche Nachhaltigkeits-Beurteilungssystematik mit entsprechenden Indikatoren zu definieren. Dies führt zu der Problematik, dass beispielsweise die Nachhaltigkeits-Berichte der Unternehmen stark voneinander differieren und unterschiedliche Aspekte berücksichtigen. Eine verbindliche Beurteilung der Nachhaltigkeit der Unternehmen und Betriebe ist somit nur bedingt möglich. Die in dieser Arbeit vorgestellte Systematik und die verwendeten Indikatoren ermöglichen dies und können somit Grundlage für ein vereinheitlichtes Beurteilungssystem bilden.



## 8 Literatur- und Quellenverzeichnis

- ARE (2004) **Bundesamt für Raumentwicklung:** Nachhaltigkeitsbeurteilung: Rahmenkonzept und methodische Grundlagen. Schweiz, 2004. Online-Publikation: <http://www.are.ch>.
- Baue (2002) **Baue, W.; Social Funds:** Rio + 10 Series: A Brief History of the Earth Summits --From Stockholm to Rio. Online-Publikation: <http://www.socialfunds.com/>, 2008.
- BMU (1997) **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.):** Agenda 21. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro – Dokumente. Berlin: BMU, 2. Auflage 1997.
- BMU (2006) **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU):** 20 Jahre Bundesumweltministerium im Spiegel der Presse: Ein historischer Pressespiegel zu ausgewählten Themen deutscher Umweltpolitik, Berlin: Referat Öffentlichkeitsarbeit 2006.
- Born (2002) **Born, M.:** Von Stockholm 1972 bis Rio 1992: Ein Rückblick auf das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. In: Rio+10 Themen. Berlin: Heinrich Böll Stiftung, 2002. Online-Publikation: <http://www.worldsummit2002.de/>.
- Boulding (1965) **Boulding, K.E.:** Earth as Spaceship. Committee on Space Sciences, Washington: Washington State University, 1965.
- Boulding (1966) **Boulding, K.E.:** The Economics of the Coming Spaceship Earth. Vortrag anlässlich des Sixth Resources for the Future Forum: Environmental Quality in a Growing Economy, Washington, März 1966.
- Brandt (1980) **Nord-Süd-Kommission:** Das Überleben sichern: Der Brandt-Report – Bericht der Nord-Süd-Kommission. Frankfurt: Ullstein, Taschenbuchausgabe 1981 – ISBN 3-548-34102-0.

- Brown (1954) **Brown, H.:** The Challenge of Man's Future: An inquiry concerning the condition of Man curing the cears that lie ahead. New York: Viking Press, 1954.
- Brown (1954b) **Brown, H.:** The Challenge of Man's Future: Part I. In: Engineering and Science, Volume 17:5, Pasadena: California Instiute of Technology, Februar 1954.
- Brown (1954c) **Brown, H.:** The Challenge of Man's Future: Part II. In: Engineering and Science, Volume 17:6, Pasadena: California Instiute of Technology, März 1954.
- Campos Mello (2000) **Campos Mello, V. de:** Mainstreaming the Environment: Global Ecology, International Institutions and the Crisis of Environmental Governance. In: Human Ecology Review, Vol. 7, Nr. 10. Bar Harbor: Society of Human Ecology, 2000 – ISSN 1074-4827.
- Carson (1962) **Carson, R.:** Silent Spring. Boston: Houghton Mifflin, 1962 – ISBN 0-618-24906-0.
- CEQ (1980) **Council on Environmental Qualtiy, US Außenministerium:** The Global 2000 Report to the President. Frankfurt: Zweitausendens, 1980.
- CIPA (2008) **California Institute of Public Affairs:** InterEnvironment: Landmark events in protecting the global environment since 1945. Sacramento: California Institute of Public Affairs, 2008. Online-Publikation: <http://www.interenvironment.org/wd1intro/events.htm>.
- COB (2008) **CLUB OF ROME:** About Us: History. Winterthur: Club of Rome – International Secretariat, Juli 2008. Online-Publikation: <http://www.clubofrome.org/>.

- Condorcet (1793/94)      **Condorcet, Marquis de:** Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain. Hamilton: McMaster University, 2008  
Online-Publikation:  
<http://socserv.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/condorcet/cindex1.htm>.
- CSD (2001)      **Commission on Sustainable Development:** Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. New York: United Nations, 2001.
- CSD (2007)      **Commission on Sustainable Development:** Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. 3. Auflage. New York: United Nations, 2007.
- Dag-Hammarskjöld-Stiftung (1975)      **Dag-Hammarskjöld-Stiftung:** What now? The 1975 Dag Hammarskjöld Report prepared on the occasion of the Seventh Special Session of the United Nations General Assembly.
- DETR (1999)      **Department of the Environment, Transport and the Regions:** A Better Quality for Life: A Strategy for Sustainable Development for the UK. London: DETR, 1999.
- Diefenbacher (2000)      **Diefenbacher, H.; Dümig, D.; Teichert, V.; Wilhelmy, S.:** Leitfaden Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21. Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (HMULF), 2000.
- EG (1999)      **1999/296/EG:** Entscheidung des Rates vom 26. April 1999 zur Änderung der Entscheidung 93/389/EWG über ein System zur Beobachtung der Emissionen von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft. Brüssel: 1999.

- Engfeldt  
(2008)      **Engfeldt, L.-G.:** Chronical Essay: The Road from Stockholm to Johannesburg. New York: UN Chronicle Online Edition, 2008. Online-Publikation: [http://www.un.org/Pubs/chronicle/2002/issue3/0302p14\\_essay.html](http://www.un.org/Pubs/chronicle/2002/issue3/0302p14_essay.html).
- EPA (2008)      **United States Environmental Protection Agency:** The Origins of EPA. Washington: US EPA, 2008. Online-Publikation: <http://www.epa.gov/history/>.
- EU (2003)      **Kommission der europäischen Gemeinschaften:** Mitteilung der Kommission an den Rat und das europäische Parlament – Entwicklung einer thematischen Strategie für die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen. Brüssel: August 2003.
- Eurostat  
(1997)      **Eurostat:** Indicators of Sustainable Development: A pilot Study following the Methodology of the United Nations Commission on Sustainable Development. Luxemburg: Eurostat, European Communities. Office for Official Publications of the European Commission, 1997.
- Evans et al.  
(2007)      **Evans, R.; Brereton, D.; Joy, J.:** Risk assessment as a tool to explore sustainable development issues: lessons from the Australian coal industry. In: International Journal of Risk Assessment and Management, Volume 7, Number 5, 18. Juni 2007.
- Founex (1971)      **FOUNEX Commission:** Development and Environment: The Founex Report. Bericht der Founex-Konferenz in Vorbereitung der UNCHE. Founex, Schweiz, 4-12 Juni 1971.
- GER-COB  
(2008)      **Deutsche Gesellschaft CLUB OF ROME:** Geschichte des Club of Rome. Hamburg: Deutsche Gesellschaft Club of Rome, Juli 2008. Online-Publikation: <http://www.clubofrome.de/clubofrome/index.html>.

- Goldsmith et al. (1972) **Goldsmith, E.; Allen, R.; Allaby, M.; Davoll, J.; Lawrence, S.:** A Blueprint for Survival. In: The Ecologist, Volume 2, Nr. 1. London: The Ecologist, 1972.
- Greger (2002) **Greger, N.; von Damm, T.:** Nachhaltige Strategien und Perspektiven nach dem Weltgipfel für Nachhaltige Entwicklung (WSSD). Berlin: Perspektiven Globaler Politik (PerGlobal), Oktober 2002.
- GRI (2008) **Global Reporting Initiative:** Reporting Framework. 2008  
Online-Publikation:<http://www.globalreporting.org/ReportingFramework/ReportingFrameworkOverview/>
- Grün/Wiener (1984) **Grün, J.; Wiener, D.:** Global denken, vor Ort handeln: Weltmodelle von Global 2000 bis Hermann Kahn; Kontroversen über unsere Zukunft. Freiburg i.Br.: Dreisam-Verlag GmbH, 1984 – ISBN 3-921472-73-3.
- Harborth (1993) **Harborth, H.-J.:** Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung: Eine Einführung in das Konzept des „Sustainable Development“. Berlin: Edition Sigma, 2. Auflage 1993 – ISBN 3-89404-326-1.
- Hauff (1987) **Hauff, V. (Hrsg.):** Unsere gemeinsame Zukunft: Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Ungekürzte Ausgabe mit einem neuen Vorwort zur deutschen Ausgabe. Greven: Eggenkamp Verlag, November 1987 – ISBN 3-923166-16-1.
- Höhler (2003) **Höhler, S.:** „Raumschiff Erde“: Lebensraumphantasien im Umweltzeitalter. In: Schröder, I.; Höhler, S. (Hrsg.): Welt-Räume: Geschichte, Geographie und Globalisierung seit 1900. Frankfurt: Campus Verlag, 2005 – ISBN 3-59-337750-0.

- Holstein (2003) **Holstein, L.:** Nachhaltigkeit und neoklassische Ökonomik: Der homo oeconomicus und die Begründung intergenerationeller Gerechtigkeit. Marburg: Metropolis-Verlag, 2003 – ISBN 3-89518-445-4.
- Höltermann et al. (2001) **Höltermann, A.; Oesten, G.:** Forstliche Nachhaltigkeit. Ein Begriff macht Karriere. In: Der deutsche Wald, 2001.
- Hünemörder (2004) **Hünemörder, K. F.:** Die Frühgeschichte der globalen Umweltkrise und die Formierung der deutschen Umweltpolitik (1950 – 1973). Wiesbaden: Franz Steiner Verlag, 2004 – ISBN 978-3-515-08188-7.
- IISD (2006) **International Institute for Sustainable Development:** The Sustainable Development Timeline. Winnipeg: IISD, 2006. Online-Publikation: [http://www.iisd.org/pdf/2006/sd\\_timeline\\_2006.pdf](http://www.iisd.org/pdf/2006/sd_timeline_2006.pdf).
- IUCN (1980) **IUCN, UNEP, WWF:** World Conservation Strategy. Living Resource Conservation for Sustainable Development. IUCN, UNEP, WWF, 1980 – ISBN 2-88032-104-2.
- IUCN (2003) **International Union for Conservation of Nature:** Scaling the Summit: IUCN at the World Summit on Sustainable Development. Gland: IUCN Headquarters, 2003.
- IUCN (2008) **International Union for Conservation of Nature:** About IUCN: IUCN at a glance. Gland: IUCN Headquarters, 2008. Online-Publikation: <http://cms.iucn.org/about/index.cfm>.
- Johnston (2002) **Johnston, D. J.:** Development: This time let's get it right! In: OECD Observer, Nr. 231/232 Paris: OECD Observer, Mai 2002.

- Jörrisen (1999) **Jörrisen, J.; Kopfmüller, V.; Brandl, V.; Paetau, M.:** Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung. Hermann-von-Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren (Hrsg.). Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe, 1999.
- Jüdes (1997) **Jüdes, U.:** Nachhaltige Entwicklung – wozu Theorie? In: Politische Ökologie 15, Nr. 52. München: oekom Verlag, 1997.
- Kassas (1984) **Kassas, M.:** The Fourth World Conservation Lecture: The Evolution of Conservation and Contemporary Issues. Vortrag anlässlich eines WWF-Kongresses am 25. Oktober 1984 an der University of London. Veröffentlicht in: The Environmentalist, Volume 5, Number 1, S. 6-11. Dordrecht: Springer Netherlands, 1985.
- Kausch et al. (2001) **Kausch, P.; Ruhrmann, G.:** Environmental Management: Environmental Impact Assessment of Mining Operations. Köln: Logabook, 2001. – ISBN 3-934346-06-5.
- Khator (2006) **Khator, R.; Fairchild, L.:** The Evolution of „Sustainable Development“. In: Dr. Kiran C. Patel Center for Global Solutions University of South Florida (Hrsg.): Globalization and Sustainable Development: Issues and Applications. Tampa: Dr. Kiran C. Patel Center for Global Solutions University of South Florida, 2006 – ISBN 0-9742736-9-4.
- Kopfmüller et al. (2001) **Kopfmüller, J.; Brandl, V.; Jörrisen, J.; Paetau, M.; Banse, G.; Coenen, R.; Grunwald, A.:** Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet – Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren, Berlin 2001.
- Kuenheim (1972) **Kuenheim, H.:** Programm für die Erde. In: Die Zeit, Nr. 25, 23.06.1972.

- Kuhnen (1987) **Kuhnen, F.:** Concepts □ort he Development of the Third World: A Review of the Changing Thoughts between 1945 and 1985. In: Quarterly Journal of International Agriculture, Vol. 26, No. 4., Berlin: Humbolt Universitaet zu Berlin, 1987.
- Kupper (2003) **Kupper, P.:** „Weltuntergangs-Vision aus dem Computer“: Zur Geschichte der Studie „Die Grenzen des Wachstums“ von 1972. Erschienen in: Hohensee, J.; Uekötter, F. (Hrsg.): Wird Cassandra heiser? Beiträge zu einer Geschichte der falschen Öko-Alarme. Beihefte der Historischen Mitteilungen der Rank-Gesellschaft (HMRG). Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 2003.
- KYOTO (1997) **United Nations:** Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Kyoto, Dezember 1997.
- Luks (2002) **Luks, F.:** Nachhaltigkeit. Hamburg: Sabine Groenewold Verlage, 2002 – ISBN 3-434-46113-2.
- MAB (2008) **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization:** UNESCO's Man and the Biosphere Programme (MAB). Paris: UNESCO, 2008. Online-Publikation: <http://www.unesco.org/mab/mabProg.shtml>.
- Malthus (1798) **Malthus, T.R.:** Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society. Liberty Fund, Inc.: The library of economics and liberty, 2008. Online-Publikation: <http://www.econlib.org/library/Malthus/malPop.html>.
- McCormick (1991) **McCormick, J.:** Reclaiming Paradise: The Global Environmental Movement. Indiana: Indiana University Press, 1991 – ISBN 978-0-253-20660-2.
- MIT (1972) **Meadows, D.H.; Meadows, D.L.; Randers, J.; Behrens W. W. III.:** The Limits to Growth. New York: Universe Books, 1972 – ISBN 0-87663-165-0.

- MMSD (2002) **Mining, Minerals and Sustainable Development Project:** Breaking New Ground – The Report of the Mining, Minerals and Sustainable Development Project, London: Earthscan Publications Ltd, Mai 2002.
- Najam (2008) **Najam, A.:** Developing Countries and Global Environmental Governance: From Contestation to Participation to Engagement. In: International Environmental Agreements 5. Dordrecht: Springer Netherlands, 2005.
- National Council (2001) **National Council for Science and Environment:** National Council for Science and Environment der USA. Washington: 2001. Online-Publikation:  
<http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/BriefingBooks/Climate/index.cfm?&CFID=11247902&CFTOKEN=18778162>.
- Nijhawan (2004) **Nijhawan, S.:** A Human Right to a Clean Environment?. London: School of Oriental and African Studies London, 2004.
- NPL (2006) **The Norfolk Public Library:** Sustainable Development Timeline. Norfolk: The Norfolk Public Library, 2006. Online-Publikation:  
<http://www.npl.lib.va.us/global/global.html>.
- NRCAN (2003) **Natural Resources Canada:** Minerals and Metals Indicators (MMI) Initiative: A Guidance Document □ort he Minerals and Metals Indicators Workshop; Draft Report. Toronto: Februar 2003.
- Osterhammel (1998) **Osterhammel, J.:** Internationale Geschichte, Globalisierung und die Pluralität der Kulturen. Veröffentlicht in: Loth, W.; Osterhammel, J. (Hrsg.): Internationale Geschichte: Themen, Ergebnisse, Aussichten. Oldenburg: Oldenbourg, 2000 – ISBN 978-3-486-56487-7.
- Pearce (1995) **Pearce, A. R.:** **Defining Sustainability:** A content analysis comparison of definitions from the literature. Atlanta: Georgia Tech Research Institute, 1995.

- Pestel (1971) **Pestel, E.:** The Limits to Growth: Abstract established by Eduard Pestel. A Report to The Club of Rome (1972). Hannover, 1971.
- Pirages (1978) **Pirages, D.:** Global Ecopolitics: The New Context for International Relations. North Scituate: Duxbury Press, 1978.
- RMIT (2001) **Global Sustainability, RMIT University:** The History/Timeline of an Idea. Global Sustainability, RMITUniversity, September 2001.
- Robson (1970) **Robson, P.:** Partners in Development: report of the Commission on International Development. In: Royal African Society, African Affairs. Oxford: Oxford University Press, 1970.
- Rowland (1973) **Rowland, W.:** The Plot to Save the World. Toronto: Clarke, Irwin & Co, 1973.
- Segschneider (2001) **Segschneider, K. H.:** 10 Years after Rio: Debating Development Perspectives, A concise outlook on sustainable development implementation. Earth Summit Papers of the Heinrich-Böll Foundation, Papers No. 2. Thailand: Heinrich Böll Stiftung, Thailand and South East Asia Regional Office, Mai 2001.
- Speer (1949) **Speer, J.:** Rückkehr zur Nachhaltigkeit – eine Frage der Wirtschaftsordnung. Berlin: Springer, Volume 68, Nr. 7-8, Juli 1949 – ISSN 0015-8003.
- Swanson (1997) **Swanson, S.:** Risk Assessment – Ecological techniques for unique results. In: Engineering & Mining Journal, Chicago April 1997.
- Time (1969) **Time Magazine:** At Crisis Point. In: Time Magazine, Oktober 1969.
- Time (2000) **Time Magazine:** A Century of Heroes. In: Time Magazine, April 2000.

- TNC (2008) **The National Academies:** The International Biological Program (IBP), 1964 – 1974. Washington: The National Academies, 2008. Online-Publikation: [http://www7.nationalacademies.org/archives/International\\_Biological\\_Program.html](http://www7.nationalacademies.org/archives/International_Biological_Program.html).
- Tremmel (2003) **Tremmel, J.:** Nachhaltigkeit als politische und analytische Kategorie. Der deutsche Diskurs um nachhaltige Entwicklung im Spiegel der Interessen der Akteure. München: ökom, Gesellschaft für Ökologische Kommunikation, 2003.
- UBA (2002) **Umweltbundesamt:** Über Protokolle, Vereinbarungen und Akkorde – die wesentlichen Ergebnisse aus dem Kyoto-Protokoll, den Bonn-Agreements und Marrakesh-Accords, Aus der Reihe: Klimaschutz-Broschüren des Umweltbundesamtes, Berlin: Umweltbundesamt, 2002, zit. n. IPCC, 1996.
- UNCED (1992a) **United Nations Conference on Environment and Development:** Report of the United Nations Conference on Environment and Development (Rio Declaration): A/CONF.151/26. New York: United Nations, August 1992.
- UNCED (1992b) **United Nations Conference on Environment and Development:** Agenda 21. Deutsche Übersetzung. New York: United Nations, August 1992.
- UNCHE (1972) **United Nations Conference on the Human Environment:** Report of the United Nations Conference on the Human Environment: A/CONF.48/14/Rev.1. New York: United Nations, 1972.
- UNEP (1974) **United Nations Environment Programme:** The Cocoyoc Declaration adopted by the participants in the UNEP/UNCTAD Symposium on „Patterns of Resource Use, Environment and Development Strategies“, A/C.2/292. New York: United Nations, November 1974.

- UNEP (1996) **United Nations Environment Programme:** Register of International Treaties and Other Agreements in the Field of the Environment-1996. Nairobi: UNEP, 1996.
- UNEP (2006) **UNEP:** United Nations Environment Program – Environment for Development, Online-Publikation, <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=43>, Stand: Juli 2006.
- UNESCO (1968) **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization:** Use and Conservation of the Biosphere: Proceedings of the intergovernmental conference of experts on the scientific basis for rational use and conservation of the resources of the biosphere, Paris, 4-13 September 1968. Paris: UNESCO, 1970.
- UNESCO (1994) **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization:** DG/94/28: Address by Mr. Federico Mayor at the opening of the Interantional Forum on Biodiversity (twenty-fifth General Assembly of the IUBS). Paris: UNESCO, September 1994.
- UN-GA (1961) **United Nations – General Assembly:** 1710 (XVI): United Nations Development Decade: A programme for international economic cooperation. UN: Department of Public Information, 2008. Online-Publikation: <http://www.un.org/documents/ga/res/16/ares16.htm>.
- UN-GA (1961b) **United Nations – General Assembly:** 1674 (XVI): Balanced and co-ordinated economic and social development. UN: Department of Public Information, 2008. Online-Publikation: <http://www.un.org/documents/ga/res/16/ares16.htm>.
- UN-GA (1968) **United Nations – General Assembly:** 2398 (XXIII). Problems of the human environment. UN: Dag Hammarskjöld Library, 2008. Online-Publikation: <http://daccessdds.un.org/doc/RESOLUTION/GEN/NR0/243/58/IMG/NR024358.pdf?OpenElement>.

- UN-GA (1983) **United Nations – General Assembly:** 38/161. Process of preparation of the Environmental Perspective to the Year 2000 and Beyond. UN: Dag Hammarskjöld Library, 2008. Online-Publikation: <http://www.un.org/Depts/dhl/res/resa38.htm>.
- UNSD (2000) **United Nations Statistics Division:** International Frameworks of Environmental Statistics and Indicators, UNSD. Samarkand, Uzbekistan: April 2000.
- Vogt (1955) **Vogt, W.:** The Annals of the American Academy of Political and Social Science: The Challenge of Man's Future. American Academy of Political and Social Science, 2008. Online-Publikation: <http://ann.sagepub.com/cgi/reprint/297/1/139>.
- Ward/Dubos (1972) **Ward, B.; Dubos, R.:** Only One Earth: The Care and Maintenance of a Small Planet. New York: Norton, 1972 – ISBN 0-39-330129-X.
- WBCSD (2002) **World Business Council for Sustainable Development:** Sustainable Development Reporting: Striking the balance. Stevenage: WBCSD, 2002 – ISBN 2-940240-45-0.
- WBG (1999) **The World Bank Group, UNEP, UNIDO:** Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998 – Toward cleaner Production, Washington: The World Bank, 1999.
- WBG (2008) **World Bank Group:** Pages from World Bank History: The Pearson Commission. New York: The World Bank, 2008. Online-Publikation: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTABOUTUS/EXTARCHIVES#0,,contentMDK:20121526~pagePK:36726~piPK:36092~theSitePK:29506,00.html>.
- WCED (1987) **World Commission on Environment and Development:** Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987 – ISBN 0-19-282080-X.

- Weimann (2002)      **Weimann, H-J.:** Wurzeln der Nachhaltigkeit. Festvortrag anlässlich des Aktionstages Rio+10 an der LWF am 20. Oktober 2002. In: LWF aktuell, Nr. 37, 2003.
- WSSD (2002)      **United Nations World Summit on Sustainable Development:** Report of the World Summit on Sustainable Development: A/CONF.199/20. New York: United Nations, September 2002.
- WWF (2008)      **World Wildlife Fund for a living World:** About WWF. Who we are, how we came about, and what we're about. Gland: WWF Headquarters, 2008 Online-Publikation:  
[http://www.panda.org/about\\_wwf/who\\_we\\_are/index.cfm](http://www.panda.org/about_wwf/who_we_are/index.cfm).

## 9 Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name: José Benito **Pateiro Fernández**  
 Geburtsdatum und -ort: 30.09.1974 in Stolberg (NRW)  
 Staatsangehörigkeit: Spanisch

### Beruflicher Werdegang:

seit Oktober 2007	Geschäftsführer der CBM GmbH
seit 2006	Oberingenieur am Institut für Bergbaukunde I, RWTH Aachen University
2005	Assistent des Dekans der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik der RWTH Aachen University
September 2002 – Dezember 2004	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bergbaukunde I, RWTH Aachen University

### Universitäre und schulische Ausbildung:

August 1996 – August 2002	Studium an der RWTH Aachen University im Fach „Abfallentsorgung“
Juli 1993 – August 1996	Studium an der RWTH Aachen University im Fach „Physik“
1984 – 1993	Besuch des Ritzefeld-Gymnasiums, Stolberg  Erwerb der Hochschulreife
1980 - 1984	Besuch der Grundschule Hermannstraße, Stolberg

## 10 Veröffentlichungen und Kongressbeiträge

### 2002

**P.N. Martens; J.B. Pateiro Fernández; C. Bauer; S. Coeppicus, J. Markhöfer**

Global land use assessment for copper tailings

Proc. 7th International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (SWEMP), Cagliari, Sardinia, Italy, 7.-10. Oct. 2002, pp.

### 2003

**P.N. Martens; M. Mistry; J.B. Pateiro Fernández; E. Drüppel**

Modelling an Ecologically Satisfying Global Copper Mining.

International Conference on Mine Planning and Equipment Selection (MPES 2003). Kalgoorlie, Australien, 2003

**H. Sievers; F.M. Meyer; P.N. Martens; E. Drüppel; J.B. Pateiro Fernández; M. Mistry**

Impacts of Copper Extraction Efficiency on World Copper Reserves.

International Conference on Mine Planning and Equipment Selection (MPES 2003). Kalgoorlie, Australien, 2003

### 2004

**P.N. Martens; S. Möllerherm; J.B. Pateiro Fernández; E. Drüppel; C. Pieper; M. Mohlfeld**

Entwicklung von Beurteilungssystemen für die Nachhaltigkeit bei der Rohstoffgewinnung

Endbericht zum Forschungsvorhaben Nr. 20/02 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Aachen/Bochum, März 2004

**S. Möllerherm; J.B. Pateiro Fernández**

Bildung und Bewertung von Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung bei der bergmännischen Gewinnung nicht-energetischer mineralischer Rohstoffe in Deutschland, Aachen, November 2004

**2005****J.B. Pateiro Fernández, P.N. Martens & S. Möllerherm**

Data Evaluation for Sustainable Development Indicators

In: Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry (SDIMI) 2005, Band 4, Verlag Glückauf GmbH, Essen, 2005, S. 943 – 958

**S. Möllerherm, P.N. Martens, E. Drüppel, J.B. Pateiro Fernández**

Development of Sustainability Indicators for the German Mineral Industry

In: Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry (SDIMI) 2005, Band 4, Verlag Glückauf GmbH, Essen, 2005, S. 339-348

**S. Möllerherm, P.N. Martens, J.B. Pateiro Fernández, C. Pieper**

Development of a Sustainability Evaluation System

In: Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry (SDIMI) 2005, Band 4, Verlag Glückauf GmbH, Essen, 2005, S. 419 – 430

**J.B. Pateiro Fernández, P.N. Martens, S. Möllerherm, E. Drüppel**

Development of Environmental Indicators for the Raw Materials Industry

In: Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry (SDIMI) 2005, Band 4, Verlag Glückauf GmbH, Essen, 2005, S. 731 – 748

**P.N. Martens, S. Möllerherm, J.B. Pateiro Fernández**

Sustainable Development and the Minerals Industry – Achievements and Challenges

In: Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry (SDIMI) 2005, Band 4, Verlag Glückauf GmbH, Essen, 2005, S. 893 – 904

**J.B. Pateiro Fernández, P.N. Martens, S. Möllerherm & E. Drüppel**

Development of Environmental Indicators for the Raw Materials Industry

In: 20<sup>th</sup> World Mining Congress & Expo 2005, November 2005, Tehran, Iran

**2006****K. Brömme; J.B. Pateiro Fernández-; P.N. Martens; S. Möllerherm; L. Rattmann;  
H. Stolpe**

Environmental Challenges in Vietnamese Mining

2nd International Conference on Advances in Mineral Resources management and Environmental Geotechnology, Hania 2006, Greece

**J.B. Pateiro Fernández**

Hilfe für ein Weltnaturerbe – Bergbau und Umwelt in Vietnam

In: AIR-Mail Nr. 16, Mai 2006, Aachen

**J.B. Pateiro Fernández, P.N. Martens**

Sustainability Indicator Generation

In: IMMRAP - International Mining and Metals Research Advisory Panel Workshop  
21st November 2006, Brussels, Belgium

**J.B. Pateiro Fernández, P.N. Martens**

Sustainable Development Indicators for the Minerals Industries – Making Sustainability comparable on a global scale

In: Sustainable resource management, raw materials security, Factor-X resource productivity – tools for delivering sustainable growth in the European Union, December 2006, Bruges, Belgium

**2007****P.N. Martens; J.B. Pateiro Fernández; T. Katz**

The Sustainable Development Discussion - Implications and Consequences for Coal- and other Mining

In: Liang, Y. (Hrsg.): International Symposium on Coal Gas Control Technology, China University of Mining and Technology Press, Huainan 2007, China

**P.N. Martens, J.B. Pateiro-Fernández**

Indicators and their relevance for the Extractive Industry

In: European Association of Mining Industries, Metal Ores & Industrial Minerals, General Assembly, 13. März 2007, Berlin

**P.N. Martens, J.B. Pateiro-Fernández, S. Speer**

Sustainability in Small Scale Mining

In: Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry (SDIMI) 2007, Band 5, Milos, Greece

**P.N. Martens, J.B. Pateiro-Fernández, S. Speer**

Sustainability in Small Scale Mining

In: Sixteenth International Symposium on Mine Planning & Equipment Selection (MPES 2007); Tenth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (SWEMP 2007), December 11-13, 2007, Bangkok, Thailand

**P.N. Martens, J.B. Pateiro-Fernández, S. Ahmad**

Mining and Environment – Integrated Environmental Planning and Dump Restoration in Mining Operations in Vietnam

In: Sixteenth International Symposium on Mine Planning & Equipment Selection (MPES 2007); Tenth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (SWEMP 2007), December 11-13, 2007, Bangkok, Thailand

**J.B. Pateiro Fernández, P.N. Martens**

Modelos de Formación Dual Universidad – Empresa: Experiencia de la Universidad RWTH - Aachen.

In: Minería 2015 - SEMINARIO GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN LOS NEGOCIOS MINEROS, August 2007, Santiago de Chile, Chile

**J.B. Pateiro Fernández, P.N. Martens**

Indicadores de Desarrollo Sostenible para la industria minera

In: Minería 2015 - SEMINARIO GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN LOS NEGOCIOS MINEROS, August 2007, Santiago de Chile, Chile

**J.B. Pateiro Fernández, P.N. Martens**

Sustainability Indicators and their relevance for the Extractive Industries – Trends and Challenges

In: The Extractive Industry and the Environment in Central Europe - Sustainable development and competitiveness of the extractive industry in EU, EIECE 2007, Brno, Tschechische Republik

**J.B. Pateiro Fernández, S. Ahmad**

Bergbau und Umwelt in Vietnam

Fachkolloquium Auslandsbergbau: „Deutsches Rohstoffengagement im Ausland“, November 2007, Freiberg, Deutschland

**2008****P.N. Martens, L. Rattmann, J.B. Pateiro Fernández:**

Universities - The Basis of Capacity Building for European Access to Mineral Resources

In: Capacity Building in Non-energy Extractive Sector in Support of the EU Thematic Strategy on Sustainable Use of Natural Resources and the Raw Materials Policy Development, TAIEX Workshop INFRA26211, February, 14 - 15, 2008 in Brussels, Belgium

**J.B. Pateiro Fernández, S. Ahmad**

Unter erschwerten Bedingungen – Haldensanierung in Vietnam

In: AIR-Mail Nr. 18, Mai 2008, Aachen