Cybergeo : European Journal of Geography
Aménagement, Urbanisme | 2011

Brachflächen: urbane Leerstellen der Megastadt

Auswirkungen der Interimsnutzung von Brachflächen auf die lokale hydrologische Situation in Guangzhou, China.

Abandoned sites: urban voids of the megacity

The impact of interim use of abandoned sites on the hydrological situation in Guangzhou, China

Des surfaces abandonnées: Blancs urbains de la mégapole

L'utilisation temporaire des surfaces abandonnées et ses effets sur la situation hydrologique locale à Guangzhou, Chine

Katharina Wiethoff, Klaus Baier et Ramona Strohschön

Édition électronique
URL : http://journals.openedition.org/cybergeo/23537
DOI : 10.4000/cybergeo.23537
ISSN : 1278-3366

Éditeur
UMR 8504 Géographie-cités

Référence électronique
Katharina Wiethoff, Klaus Baier et Ramona Strohschön, « Brachflächen: urbane Leerstellen der Megastadt », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Aménagement, Urbanisme, document 524, mis en ligne le 23 mars 2011, consulté le 02 mai 2019. URL : http://journals.openedition.org/cybergeo/23537 ; DOI : 10.4000/cybergeo.23537

Ce document a été généré automatiquement le 2 mai 2019.

La revue *Cybergeo* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 non transposé.

Brachflächen: urbane Leerstellen der Megastadt

Auswirkungen der Interimsnutzung von Brachflächen auf die lokale hydrologische Situation in Guangzhou, China.

Abandoned sites: urban voids of the megacity
The impact of interim use of abandoned sites on the hydrological situation in Guangzhou, China
Des surfaces abandonnées: Blancs urbains de la mégapole
L'utilisation temporaire des surfaces abandonnées et ses effets sur la situation hydrologique locale à Guangzhou, Chine

Katharina Wiethoff, Klaus Baier et Ramona Strohschön

Auswirkungen des Urbanisierungsprozesses auf das Grundwasser

1 Urbanisierung ist eine der größten Herausforderungen für Wasserressourcenmanagement, insbesondere in Städten in Entwicklungs- und Schwellenländern. Die Ursachen dafür liegen neben steigenden Verstädterungsraten und massiver Bevölkerungszunahme auch in einer sich ändernden Nachfrage und daraus resultierenden Überbeanspruchung der Wasserressourcen in quantitativer und qualitativer Hinsicht.

2 Einer der wesentlichen Aspekte wachsender Städte ist die wechselseitige Beeinflussung von Stadtentwicklung und Grundwasser. Dies gilt im Besonderen für Städte, die über einem oberflächennahen, ungeschützten Grundwasserleiter liegen. Urbanisierungseffekte ungesteuert wachsender Städte können zu drei Kernproblemen in Bezug auf das Grundwasser führen: 1. Fluktuation des Grundwasserspiegels, 2. schwerwiegende Verschmutzungen und 3. Auswirkungen auf die Gebäudestabilität (Vasquez-Sune et al., 2005) und nehmen somit direkt und/ oder indirekt negativen Einfluss auf eine

nachhaltige Stadtentwicklung. Häufig wird die Meinung vertreten, dass Urbanisierung die Neubildung von Grundwasser durch die Versiegelung von Flächen verringert. Meistens ist jedoch das Gegenteil der Fall, und die Neubildung von Grundwasser ist gewöhnlich größer als vor dem Urbanisierungsprozess (Foster et al., 1993, Lerner, 2000). Die Quellen und Pfade der Infiltration zur Grundwasserneubildung sind gerade in urbanisierten Gebieten vielfältiger und komplexer als in ländlichen Gebieten. Der Hauptanteil der gestiegenen Grundwasserneubildung ist der Versickerung von Abwässern und Austritten aus Wasserleitungen zu zuschreiben. Niederschlag trägt zwar einen Teil zur Grundwasserneubildung in urbanen Regionen bei, aber in Städten ohne funktionierende Abwassersysteme gelangt bis zu 90 % des genutzten und/ oder des in die Stadt eingeführten Wassers ins Grundwasser und ist somit ein großer Bestandteil der dortigen Grundwasserneubildung (Lerner et al., 1990). In diesen Städten sind größere Auswirkungen auf das Grundwasser festzustellen als in Städten, die über ein funktionierendes Leitungs- und Abwassersystem verfügen (Putra, 2007). Interaktionen zwischen Grundwasser und Entsorgungssystemen sind jedoch nicht nur in solchen Städten, sondern auch in Städten mit flächendeckend funktionierenden Kanalsystemen durch Kanalleckagen festzustellen (Strauch et al., 2009). Insgesamt bleibt festzuhalten, dass Urbanisierungsprozesse fast immer zum einem potenziellen Anstieg der Infiltrationsrate ins Grundwasser und damit zu urbaner Grundwassererneuerung führen (Putra et al., 2009).

3 Liegen die Städte zudem über einem ungeschützten oder nur halbgeschützten Aquifer, wird das Grundwasser durch geringmächtige bzw. durchlässige Filtereigenschaften der Deckschichten häufig stark kontaminiert. Urbanisierung wirkt sich nicht nur durch Quellen urbaner Grundwassererneuerung negativ auf die Grundwasserqualität aus, sondern auch durch den Schadstoffeintrag aus so genannten Punktquellen wie Mülldeponien oder industriellen Verschmutzungen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Kontamination von Grundwasser nicht nur durch urbane Prozesse bedingt wird, sondern auch von der Schutzfunktion der Deckschichten zwischen Schadstoffquelle und Grundwasser abhängt (Morris et al., 2003). Die Deckschichtenschutzfunktion ist abhängig von geologischen, hydrologischen und hydrogeologischen Faktoren wie Bodentyp, Mächtigkeit der Deckschichten, Niederschlags- bzw. Versickerungsmenge und der Schadstoffart bzw. des natürlichen Abbaus der Kontamination (Daly et al., 2002). Das bedeutet, in Abhängigkeit von Bodentyp, Mächtigkeit, Niederschlagsmenge und Schadstofftyp variieren die Verweildauer der Schadstoffe im Untergrund und damit der Abbau des Schadstoffs.

4 Aus dem oben Genannten wird ersichtlich, dass Urbanisierung schwerwiegende Auswirkungen auf die Qualität und Quantität lokaler Aquifere hat. Quantitätsprobleme urbaner Aquifere durch urbane Landnutzung ergeben sich somit in erster Linie durch Flächenversiegelung und dem damit erhöhten Oberflächenabfluss und eine Übernutzung der vorhandenen Ressourcen. Qualitätsprobleme werden bedingt durch verschiedene menschliche Aktivitäten und hängen demnach direkt mit verschiedenen urbanen Landnutzungsformen zusammen. Bei genauerer Betrachtung wird ersichtlich, dass verschiede Landnutzungsformen unterschiedliche Kontaminationen verursachen, die in Abhängigkeit von Bodentyp und Mächtigkeit des Bodens variierende Abbauraten haben. Folglich interagieren Landnutzung, Untergrund und Aquifer in diesem Punkt direkt miteinander. Wesentlich für ein besseres Verständnis der Qualitätsprobleme in

megaurbanen Regionen ist demnach eine detaillierte Analyse der Landnutzungsformen und der aus den verschiedenen Landnutzungsformen resultierenden Kontaminationen.

Untersuchungsansatz auf Mikro-Ebene

5 Die kleinräumliche Analyse und Klassifikation der verschiedenen Landnutzungsformen unter Berücksichtigung stadtmorphologischer Entwicklungsprozesse kann somit ein wesentlicher Aspekt für einen nachhaltigen Ressourcenschutz in megaurbanen Regionen sein, da mit ihr sowohl formelle als auch informelle Prozesse untersucht werden können. Als Untersuchungsbasis dienen kleinräumliche Stadteinheiten (urban units) urbaner Landnutzung. Dazu werden sich wiederholende Mikrostrukturen – etwa einzelne Gebäudetypen und ihre angrenzenden Außenräume – zu Gruppen mit jeweils gleichartigen, homogenen Charakteristika zusammengefasst. So können Veränderungen und/ oder Gemeinsamkeiten im Transformationsprozess detailliert analysiert und anhand von wiederkehrenden Charakteristika (‚Transformationsvariablen') differenziert werden. In einem weiteren Schritt können die identifizierte ‚Transformationsvariablen' zum gesamtstädtischen Kontext in Bezug gesetzt werden und eine Basis für die Simulation zukünftiger Situationen darstellen. Durch eine Analyse auf Mikro-Ebene ist es möglich, veränderte Landnutzungsstrukturen in einem urbanen Gebiet zu erkennen und zu klassifizieren und so Rückschlüsse auf die Wasserressourcen ziehen zu können. Bezogen auf eine zukünftige Anwendbarkeit und Verbesserung der Vulnerabilitäten des megaurbanen Wassersystems sind folgende Einsatzmöglichkeiten des Managementtools denkbar: Einerseits können anhand der Vorklassifizierung der ‚urban units' konkrete Aussagen über den Schadstoffeintrag verschiedener urbaner Landnutzungsarten getroffen werden. Das bietet die Möglichkeit, die Wasserqualität eines megaurbanen Raumes anhand von Qualitätsclustern und Vulnerabilitätshotspots bestimmen zu können. Andererseits soll mit Hilfe kleinräumlicher Analysen der Wasserverbrauch bzw. -bedarf bestimmt werden, um so Rückschlüsse auf die Wasserquantität ziehen zu können. Wie Tabelle 1 zeigt, können je nach Landnutzungstyp verschiedene Schadstoffe in die Gewässer gelangen. Hydrochemische Untersuchungen in Guangzhou in den Jahren 2007 - 2010 haben gezeigt, dass insbesondere die Parameter coliforme Bakterien (Total Coli), Ammonium und Nitrat erhöht vorliegen, sodass kommunale Abwässer als die Hauptursache für die Kontamination des Grund-, Oberflächen- und Leitungswassers angesehen werden können. Die Werte der Schwermetalle Blei, Cadmium, Chromium, Kupfer und Zink lagen überwiegend unterhalb der chinesischen und internationalen Grenzwerte. Es ist dennoch anzunehmen, dass weitere Schadstoffe und Stoffgruppen in Grund-, Oberflächen- und Leitungswasser zu finden sind.

Brachflächen: Genese und Charakteristika

6 In der Megastadt Guangzhou, dem Untersuchungsraum, zeigen sich die Auswirkungen der Megaurbanisierung an vielen Stellen: Als Folge des generellen Landnutzungswandels kommt es zu rasanten Um- und Restrukturierungsmaßnahmen auf städtischer Ebene, zu massiven Umweltveränderungen, zu dramatisch steigender Migration. Diese Koinzidenzen tragen dazu bei, die Landnutzung und damit auch die Stadtgestalt nachhaltig zu verändern. In den Jahren von 1990 - 2005 konnten vielfältige Veränderungen der Landnutzung im Untersuchungsraum festgestellt werden. In diesem

Zeitraum nahm der Anteil von hoch verdichtetem Stadtgebiet um 70,47 % (Bebauungsdichte größer als 50 %) oder um eine Fläche von 368,52 km² zu. In derselben Zeit wurden landwirtschaftliche genutzte Flächen und Wald bzw. Grünflächen um 45,15 % (309,73 km²) bzw. 13,1 % (33,27 km²) in andere Landnutzungsformen umgewandelt. Zusätzlich wurden etwa 15,68 % (24,41 km²) aller Oberflächengewässer im Stadtgebiet zu diversen Landnutzungsformen transferiert. Für die Entstehung der Frei- oder Brachflächen scheint von Bedeutung zu sein, dass sich von 1990 - 2000 auf der einen Seite die Fläche von dicht besiedeltem Stadtgebiet von 25,08 % auf 42,71 % erhöht hat und die Fläche an gering verdichtetem Stadtgebiet (Bebauungsdichte geringer als 50%) von 22,35 % auf 8,63 % verringert hat. In den folgenden fünf Jahren ist jedoch der Anteil an gering verdichtetem Stadtgebiet auf 22,31 % im Verhältnis zur Gesamtfläche Guangzhous angestiegen (Lu et al., 2009). Dieser Zugewinn resultiert überwiegend aus der Umwandlung von Landwirtschaftsfläche, Wald und Grünfläche sowie Oberflächenwasser, um Platz für zahlreiche ambitionierte und großmaßstäbliche Stadtentwicklungsprojekte zu gewinnen. Das Stadtbild selbst zeigt sich (noch) als additives und damit heterogenes Gefüge mit zahlreichen Subzentren, die sich wiederum aus einzelnen urban units zusammensetzen. Eine derartige Stadtmorphologie liegt in den zahlreichen politisch-ideologisch und wirtschaftlich initiierten Urbanisierungsschüben begründet, die die chinesische Stadt seit Beginn der kulturellen Revolution verändert haben. Die stärkste Veränderung respektive Vergrößerung erfuhr die Stadt mit Beginn der Reformpolitik und der damit einhergehenden politischen und wirtschaftlichen Öffnung Chinas gegenüber dem Weltmarkt in den 1980er Jahren, wie oben stehende Zahlen belegen.

7 Durch die vielfältigen Entwicklungsprozesse, die generell nicht ohne Folgen für die Wasserqualität und -quantität bleiben, entstehen zahlreiche ungenutzte Flächen (Brachflächen) in der Stadtlandschaft, mit denen sich dieser Artikel beschäftigen wird. Während die Wasserquantität aufgrund des Wasserreichtums im Perlflussdelta in diesem Beitrag vernachlässigt werden kann, sind die Auswirkungen der Transformationsprozesse auf die Wasserqualität gravierend. Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Schadstoffe, die für verschiedene Landnutzungsformen von Relevanz sind. Von größter Bedeutung sind für das Stadtgebiet von Guangzhou kommunale Abwässer und insbesondere die daraus resultierenden Kontaminationen. Im Rahmen von Messungen wurden in Gewässern gesamtcoliforme Bakterien in Größenordnungen von bis zu $5{,}4*10^8$ MPN/ 100 ml nachgewiesen. Selbst im Leitungswasser wurden erhebliche Kontaminationen mit gesamtcoliformen Bakterien gefunden. Insgesamt lassen sich für jede Landnutzungsform und demnach ganz besonders auch für die meist informelle Zwischennutzung von Brach- oder Freiflächen verschiedene Schadstoffe definieren, die besonders häufig durch die jeweilige Landnutzung verursacht werden.

8 Brachflächen sind zum einen verlassene, un- oder untergenutzte Flächen, die vormals industriell oder kommerziell genutzt wurden, und auf denen sich vielfach aufgrund der Flächenverunreinigung zukünftige Entwicklungs- oder Restrukturierungsmaßnahmen schwierig gestalten. Als brachliegend im Sinne der Kulturlandschaft kann zum anderen ein Grundstück bezeichnet werden, das sich einst in Nutzung befand, welche aber wieder aufgegeben wurde und möglicherweise Spuren hinterlassen hat. Diese Spuren, wie beispielsweise Gebäude oder Ruinen, können eine Folgenutzung positiv oder negativ beeinträchtigen. Neben diesen bekannten Formen der Brachflächen bringen die rasanten städtischen Transformationsprozesse auch andere Typen von ungenutzten Flächen hervor. Als Brachflächen müssen in diesem Zusammenhang auch diejenigen Flächen

betrachtet werden, die undefiniert sind, oder die durch negative bzw. benachteiligte Lagekriterien im städtischen Kontext schlicht unnutzbar scheinen. Kleinteilige Brachflächen, die als ‚urbane Leerstellen' angesehen werden können, sind besonders interessant, da sie meist eine informelle Zwischennutzung aufweisen. Gerade durch ihre Kurzlebigkeit und häufigen Wechsel in der Nutzung bieten sie eine gute Untersuchungsbasis für dynamische Veränderungen des urbanen wie hydrologischen Gefüges. Zum anderen erfahren diese Flächen aufgrund ihrer geringen Größe nur wenig Berücksichtigung, was bei der Betrachtung ihrer Häufung im Stadtgefüge verwunderlich ist.

9 Für den hier vorgestellten Forschungskontext werden Brachflächen als Flächen definiert, die sich im Übergang befinden. In Chinas Stadträumen erscheint die Zwischennutzung von gerade den Flächentypen unbestimmter Nutzung als Alltagsphänomen in unterschiedlichen Facetten: Das Spektrum reicht von neuen Wohn- oder Gartenflächen bis hin zu Nutzungen für personalisierte Freiräume oder informelle Ökonomie. Auch im Hinblick auf die angesprochenen Kontaminationsprobleme durch kommunale Schadstoffeinträge mit Bezug auf häusliches Abwasser und Verunreinigungen durch urbane Landwirtschaft zeigen die Typen und ihre Nutzung, welche möglichen Risiken von informeller Interimsnutzung für die Wasserressourcen ausgehen können. Die Gebiete, die aufgrund aktueller Stadtentwicklungstendenzen im Wandel begriffen sind, erlauben eine kurz- bis mittelfristige Interimsnutzung, die sich allerdings in manchen Fällen zu einer Dauerlösung etabliert. Auch die verschiedenen Formen von Landbesitz und Nutzungsrechten in China und die daraus resultierenden informellen Regelungsmechanismen in Bezug auf das, was erlaubt ist oder über einen bestimmten Zeitraum toleriert wird und was nicht, haben einen großen Einfluss auf die vorgefundenen Nutzungsarten und -intensitäten. Als Beispiele seien hier die so genannten urbanen Dörfer genannt, in denen die Landnutzungsrechte nicht wie sonst in China üblich dem Staat, sondern dem Dorfkollektiv gehören. In Guangzhou gibt es, bedingt durch die Urbanisierungsschübe und den starken Landnutzungswandel von landwirtschaftlicher zur industriellen und urbanen Produktionsfläche, rund 140 dieser Dörfer in der Stadt. Nicht zu vergessen für die verschiedenen vorkommenden Zwischennutzungsarten und den damit gezeigten Bedürfnissen ist auch die große Bevölkerungsgruppe der Migranten. Sie werden aufgrund ihrer Hukou- Registrierung offiziell nicht als Stadtbewohner gezählt, tauchen demnach in Bevölkerungs- oder Verbrauchsstatistiken nicht oder nur sehr unzulänglich auf. In Guangzhou wird der Anteil der Migranten an der Bevölkerung auf 2,3 - 3,91 Millionen (Guangzhou International, 2007, Guangzhou International, 2010) geschätzt.

10 Als „Zwischennutzungen" werden im Folgenden neue Formen der Gestaltung und Nutzung auf brach gefallenen Flächen bezeichnet, die ohne Wechsel des Eigentümers und Änderung des Planungsrechts Optionen für eine künftige Bebauung offen lassen. Bis dahin sind sie in der Lage, für mehr oder weniger lange Zeit einen städtebaulichen Missstand zu dämpfen bzw. neue Qualitäten zu bewirken. Hinter dem Begriff der „Zwischennutzung" steht eine Vielfalt an unterschiedlichen temporären Phänomenen, die etwa in ihrer Flächenausdehnung, der Art der Nutzung, Rechtsform, Zugänglichkeit, aber auch in ihrer Nutzungsdauer stark variieren und keine allgemeingültige Definition zulassen. Die Zwischennutzung entspricht nicht der planungsrechtlich vorgesehenen Nutzung, sie erfolgt also in der Regel zeitlich zwischen zwei baulichen Nutzungen. Das bedeutet, dass sie im Bewusstsein einer zeitlich beschränkten, vorübergehenden

Verfügbarkeit der Fläche entsteht, wobei die Dauer genau feststehen kann oder auch offen ist (Gstach, 2006).

11 Bezogen auf die direkten und indirekten Einflüsse von Brachflächen auf das Grundwassersystem in Megastädten sind Kontaminationen als Ergebnis verschiedener anthropogener Einflüsse und natürlicher Prozesse sowie den spezifischen Eigenschaften des Schadstoffs (Transportverhalten im Untergrund, Abbaueigenschaften bzw. Lebensdauer sowie die Interaktion mit den oberflächennahen Böden und dem oberflächennahen Aquifer) zu verstehen (Foster, 1987). Die Sanierung bzw. das Sanierungspotenzial einer Brachfläche ist daher einerseits von der Vornutzung sowie dem Kontaminationsgrad und andererseits von den Charakteristika des Untergrunds abhängig. Gerade in Megastädten werden Brachflächen oft ohne jegliche Sanierungsmaßnahmen zwischen genutzt, wobei die Zwischennutzung auch oft schlicht einer Reaktivierung der ursprünglichen Nutzung entspricht. Wie aus der Tabelle 1 und den Tabellen 2 - 5 entnommen werden kann, können je nach informeller Interimsnutzung und Landnutzung Kontaminanten identifiziert werden, die durch Einleitung von unbehandeltem Abwasser die Wasserqualität negativ beeinflussen. Beispielsweise lassen sich Nitratkontaminationen oder Verschmutzungen durch coliforme Bakterien landwirtschaftlichen Aktivitäten (Aretov et al., 2008) sowie ungeklärten kommunalen Abwässern zuordnen.

12 Der vorliegende Beitrag wird vier verschiedene Brachflächentypen darstellen, die im Rahmen der Forschungsarbeit als besonders häufig im Stadtbild wiederkehrend identifiziert wurden. Neben der Beschreibung der Genese und des voranschreitenden Landnutzungswandels dieser Raumtypen werden auch wasserrelevante Einflussgrößen der Veränderungen wie zum Beispiel der Schadstoffeintrag, das Kontaminationspotenzial sowie der gestiegene Wasserbedarf beleuchtet. Der Fokus wird insbesondere auf den urbanen bzw. urbanisierten Flächen liegen wie auch auf denjenigen, die gerade durch die anhaltenden Urbanisierungsprozesse entstehen.

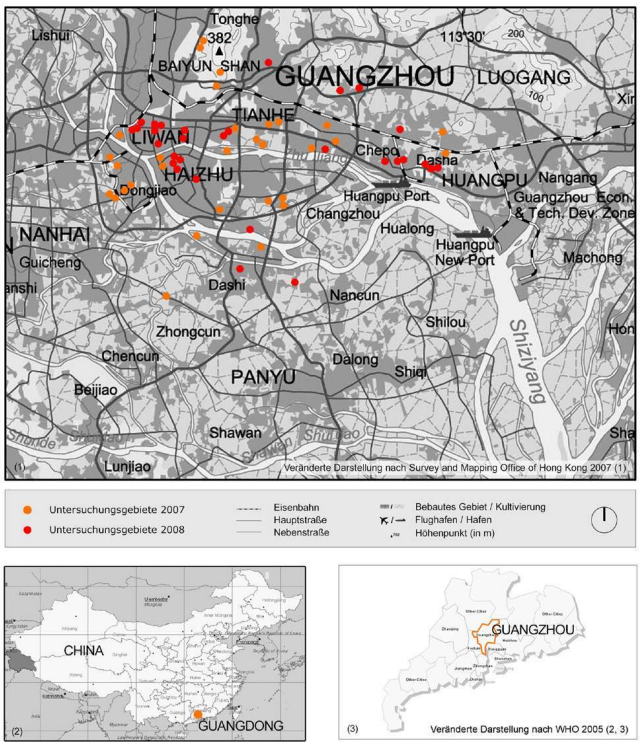
13 Relevante Forschungsfragen in diesem Zusammenhang waren die folgenden:

- Welche Brachflächentypen entstehen durch die Megaurbanisierung?
- Welche Formen der Zwischennutzungen gibt es?
- Welche Notwendigkeiten, Bedürfnisse und Vulnerabilitäten liegen dem zugrunde?
- Welche Auswirkungen haben diese Zwischennutzungen auf die Wasserressourcen, im Besonderen auf die Wasserqualität?

Vorkommen megaurbaner Brachflächen und Forschungsdesign

14 Abb. 1 zeigt eine Übersichtsdarstellung des Stadtgebietes von Guangzhou mit den Untersuchungsgebieten, die sich auf die heterogen strukturierten Gebietstypen beschränken. Je näher die Gebiete im Verhältnis zum Stadtzentrum bzw. zum neuen CBD liegen, desto heterogener sind sie im Hinblick auf vorhandene Infrastruktur und baulich-strukturelle Verdichtung. Der Anteil an heterogen strukturierten Gebieten beträgt in 2007 nach Schätzungen auf Basis von Satellitenbildern rund 15 % der bewohnten Stadtfläche; Tendenz steigend. Die im Folgenden gezeigten Beispiele zeigen lediglich einen kleinen Ausschnitt aus weit über 500 untersuchten Raumsituationen in rund 60 urban units aus den Jahren 2007-2009.

Abb.1: Übersichtsdarstellung des Untersuchungsraums Guangzhou



15 Erste quantitative Untersuchungseinheiten im Forschungszeitraum 2007 - 2009 beschreiben die identifizierten Raumsituationen nach sechs einfachen Kriterien: (1) Lagesituation, (2) Nutzungsintensität, (3) Nutzungsdauer, (4) Nutzungsart, (5) Kontamination und (6) Einfluss auf das Wassersystem. Als Datenbasis dienten zum einen Luftbilddaten repräsentativer Stadtausschnitte mit einem hohen Anteil an heterogen strukturierten Gebieten und zum anderen Standortbegehungen zur Dokumentation der erfassten Brachflächen. Es wurden zunächst Zählungen von Brachflächenerscheinungen vorgenommen und gemäß den oben genannten Kategorien in Gruppen ähnlicher Typen eingeteilt. Für jede Raumsituation, die per definitionem als Brachfläche angesehen wurde, wurde ein Datenblatt zur Kurzanalyse ausgefüllt. Im Laufe der Untersuchungen konnten vier Raum- und Nutzungssituationen als besonders markant herausgegriffen werden (die Kriterien 1 - 4 waren hierbei zunächst entscheidend), die im Anschluss näher beschrieben werden sollen:

- Typ 1: Periphere Brachflächen,
- Typ 2: Intrazelluläre Brachflächen,
- Typ 3: Übergangs-Brachflächen und
- Typ 4: Unorte.

16 Die vier Kategorien wurden ausgewählt, da sie als repräsentative Platzhalter für die Entwicklungstrends von Brachflächen und den sich daraus ergebenden Vulnerabilitäten für den megaurbanen Kontext Guangzhous gesehen werden können und gemäß der quantitativen Analyse am signifikantesten vertreten sind.

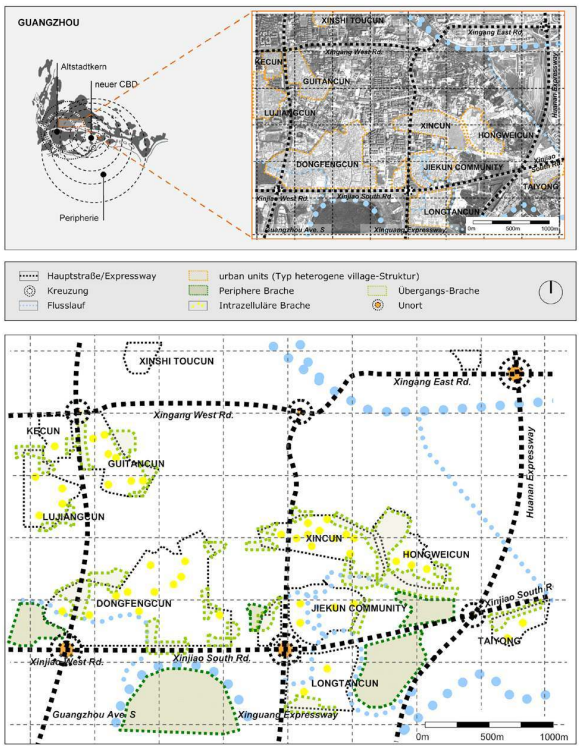
17 Allen Betrachtungsbereichen ist gemein,

18 a) dass sie durch die Megaurbanisierung entstehen bzw. entstanden sind,

19 b) dass die darauf stattfindende Nutzung auf ökonomisch oder räumlich bedingten Defiziten begründet ist, die sich in unterschiedlicher Weise je nach Nutzungsart, -intensität und -dauer äußern, und

20 c) dass diese Nutzungen wiederum einen relevanten Einfluss auf das ökologische und hydrologische Gleichgewicht der Stadt haben.

Abb. 2: Ausschnittsdarstellung zum Vorkommen der Brachflächentypen im städtischen Kontext (Wiethoff, 2010)



21 Entlang eines repräsentativen Betrachtungsausschnittes auf Luftbildbasis sind diese identifizierten Brachflächentypen in einem gemeinsamen räumlichen Kontext dargestellt, der beispielhaft für die gesamte Stadtlandschaft gewählt wurde (Abb. 2). Die intrazellulären Brachflächen sind in diesem Maßstab zunächst nur punktuell abgebildet, wenn ihre Größe eine durchschnittliche Grundfläche von 50 m^2 nicht überschreitet. Anhand einer abstrahierten Darstellung dieser Art wird das Prinzip der Clusterung innerhalb der Gebiete und Stadträume nachvollziehbar.

22 Durch dieses zunächst deskriptive Vorgehen auf quantitativer Basis konnten auf der einen Seite Unterscheidungskriterien für die verschiedenen Typen festgelegt werden, die helfen, den jeweiligen Brachflächentypen Landnutzungsform und Schadstoffvorkommen/-wahrscheinlichkeiten zuzuweisen. Auf der anderen Seite wurden die Vorkommen verschiedener Brachflächen- bzw. Landnutzungstypen quantifiziert. Diese Erkenntnisse werden dann in einem nächsten Schritt mit höherem Detaillierungsgrad mit den Erkenntnissen zu möglichen Schadstoffklassen verschiedener Landnutzungstypen verschnitten, um die hydrologischen Auswirkungen näher bestimmen und die konkrete Probenentnahme der Fallstudien festlegen zu können. Als dritte und letzte Untersuchungsdimension werden in den entsprechenden Mikroeinheiten der Fallstudiengebiete, die aufgrund der oben genannten Kriterien als auffallend vulnerabel

(und damit besonders interessant für den interdisziplinären Forschungsansatz) identifiziert werden konnten, Wasserproben entnommen und detaillierte raummorphologische Untersuchungen durchgeführt. Die Bevölkerung in Guangzhou ist in den letzten Jahren sehr stark gewachsen und die Landnutzung hat sich gravierend verändert. Aufgrund dessen konnte die kommunale Abwasserentsorgung nicht mehr mitwachsen und ist demzufolge stark überlastet, so dass in Zusammenarbeit mit den chinesischen Kooperationspartnern der Analyseschwerpunkt auf kommunale Abwässer gelegt wurde. Daraufhin wurden zunächst folgende Schadstofftypen untersucht: Total Coli, Ammonium, Nitrat.

23 Im Folgenden werden die vier relevanten Typen näher beschrieben und die daraus gewonnenen Erkenntnisse in einem abschließenden Fazit zusammengeführt.

Typ 1: Periphere Brachflächen

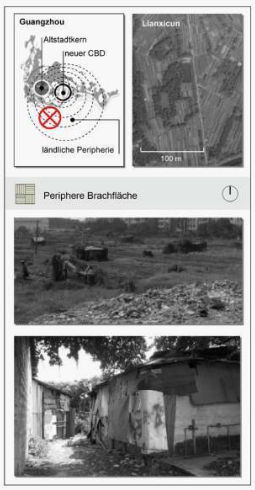
Kontaminant	**Typ** Anorganische Chemie [AC] Mikroorganismus [M]	Häufigste Schadstoffquelle				
		Herkunft				
		Natürlich vorkommend	Landwirtschaft-liche Nutzung	Siedlung	Industrie	Produktion und Vertrieb
Gesamtcoliforme Bakterien	M	In der Umwelt natürlicherweise vorhanden				
		●		●		
Fäkalcoliforme Bakterien und E-Coli-Bakterien	M	Fäkalien von Mensch und Tier				
			●	●		
Ammonium	M - AC	Fäkalien von Mensch und Tier				
			●	●		
Arsen	AC	Auswaschung natürlicher Vorkommen; Obstanbau; Abfälle von Glas- und Elektroproduktion				
		●			●	
Cadmium	AC	Korrosion von verzinkten Rohren, Auswaschung natürlicher Vorkommen, Metallproduktion, Abfluss aus Altbatterien; Farben				
		●			●	
Chromium	AC	Stahl und Zellstofffabriken; Auswaschung natürlicher Vorkommen				
		●			●	
Kupfer	AC	Korrosion von Wasserleitungen; Auswaschung natürlicher Vorkommen				
				●	●	●
Eisen	AC	Vorhanden in Boden und Mineralen. Durch Niederschlag: Auflösung und Durchführung des Eisens in natürliche Wasserressourcen				
		●				
Blei	AC	Korrosion von Wasserleitungen; Auswaschung natürlicher Vorkommen				
		●			●	●
Quecksilber (anorganische)	AC	Auswaschung natürlicher Vorkommen; Landwirtschaft; Raffinerien und Fabriken; Deponien				
					●	
Nitrat (gemessen als Stickstoff)	AC	Düngemitteleinsatz; Faulbehälter; Abwasser; Auswaschung natürlicher Vorkommen				
			●	●	●	
Nickel	AC	Metall-Legierung; Galvanisierung; Batterien; Chemische Produktion				
		●		●	●	●

24 Dieser Typ bezeichnet Gebiete auf Agrarflächen am Rande der Megastadt. Steigende Bodenpreise im Stadtzentrum führen zu einer Besiedelung mit Einfachbehausungen auf diesen Flächen durch die Bauern. Wohnen und Arbeiten werden lokal eng miteinander verbunden. Kennzeichen dieser baulichen Strukturen sind Gebäudestrukturen mit nahezu keiner öffentlichen Infrastruktur und niedrigstem Baustandard, keinem direkten Zugang zu Frischwasser oder technischen Abwassersystemen etc. Die Intensität der Nutzung reicht in Abhängigkeit der Nutzungsdauer und Bewohneranzahl von einzelnen Einfachbehausungen bis zu regelrechten siedlungsähnlichen Zusammenschlüssen mehrerer Gebäude. Die Besiedelungsdichte ist generell als niedrig einzuschätzen. Landwirtschaftliche Landnutzungsformen sind häufig die signifikantesten Quellen der Grundwasserverschmutzung. In vielen Teilen der Welt können Nitratkontaminationen durch großflächigen Einsatz verschiedener Düngemittel gefunden werden. Neben einem

großen Spektrum an Pestiziden und Herbiziden gelangen auch Fäkalien und häusliche Abwässer mit dem Sickerwasser ins Grundwasser und tragen so zur Kontamination bei (Aretov et al., 2008). In diesem Zusammenhang resümiert Miller (2004), dass 98 % der eingesetzten Pestizide und 95 % der eingesetzten Herbizide negative Effekte für Luft, Wasser, Boden und Lebewesen haben.

25 Bei steigendem Entwicklungsdruck durch die nahe gelegene Megastadt werden diese Flächen in den meisten Fällen aufgrund der städtischen Expansion absorbiert, bevor sie neuen Stadtentwicklungsprojekten Platz machen müssen. Dies entspricht dem Entwicklungstrend der gesamten megaurbanen Stadtlandschaft des Perlflussdeltas: Anstelle von Gemüse oder Reis ‚wachsen' hier zunehmend Neubauten aus dem Ackerboden (Tab. 2). Ein bekanntes Phänomen in chinesischen Städten sind die so genannten chengzhongcun oder ‚urban villages', die durch die Flächenexpansion der Städte von ursprünglichen Dörfern zu Dörfern in der Stadt werden. Die Bodennutzungsrechte obliegen hierbei dem Dorfkollektiv und nicht wie im Übrigen dem Staat, so dass es noch zahlreiche Landwirtschaftsflächen innerhalb der Stadt gibt, die durch die Bewohner verkauft oder eigenständig anderweitigen Nutzungen bzw. Zwischennutzungen zugeführt werden (Yan und Wei, 2004). Dieser Brachflächentyp kommt also im heutigen Stadtgefüge noch recht häufig vor, die Tendenz ist aufgrund der rasanten Landnutzungsänderung allerdings sinkend: Waren es in 2007 noch durchschnittlich 4 von 10 untersuchten Flächen, lag der Durchschnitt in 2008 bei 3,5 von 10.

Tab. 2: Typ 1: Periphere Brachfläche

Typ	Lagesituation	Besiedlungsdichte	Nutzungsintensität	Häufigkeit	Überwiegende Landnutzungsform	Kontaminant	Typ: AC – Anorganische Chemie	Typ: M – Mikroorganismus	Grenzwerte: Grenzwerte deutsche Trinkwasser-verordnung [mg/l]	Grenzwerte: Grenzwerte UN [mg/l]	Risikobewertung WRQ: TW	WRQ: OW	WRQ: GW	WO
	Landwirtschaftsflächen, Stadtrandlage	Niedrig	Mittel bei durchschnittl. mittelfristiger Nutzungsdauer	Mittel	Agrare Landnutzung	Gesamtcoliforme, Fäkalcoliforme & E-Coli-Bakterien	M		0	0	H	N	H	N
						Ammonium/ Nitrat (gemessen als Stickstoff)	M-AC		0,5 / 50	- / 10	H	M	M	N
						Arsen	AC		0,01	0	H	M	H	H
						Cadmium	AC		0,005	0,005				
						Chromium	AC		0,05	0,05				
						Kupfer	AC		2,0	1,3				
						Eisen	AC		0,2	0,3				
						Blei	AC		0,01	0				
						Quecksilber (anorganisches)	AC		0,001	0,002				
						Nickel	AC		0,02	0,07				
Periphere Brachfläche														
Legende	WRQ: Wasserressourcen Qualität – TW: Trinkwasser – OW: Oberflächenwasser – GW: Grundwasser – WO: Wasser Organismen													
	Häufigkeit gemessen an identifizierten Typen/10 (Basis: Zählungen 2007-2008): niedrig (< 1/10) mittel (< 6/10) hoch (> 7/10)													
Bewertung (Risiko-Rangfolge Klassifikation)	Hoch [H]						Mittel [M]				Niedrig [N]			

Typ 2: Intrazelluläre Brachflächen

26 Hierbei handelt es sich um Brachflächen, die innerhalb einer bestehenden Siedlungsstruktur einer urban units liegen. Typische Beispiele sind Bauruinen: vernachlässigte, alte oder verlassene Gebäudestrukturen. Mit mehr als 70 % der gezählten Brachflächen weist dieser Typ das größte zahlenmäßige Vorkommen auf, nicht zuletzt

bedingt durch die Lage in direktem Bezug zu Wohn- und Arbeitsflächen. In den meisten Fällen der Wohnraumerweiterung innerhalb der urban units findet ein Neubau mit einer wesentlich höheren Anzahl an Wohneinheiten auf demselben Baugrundstück statt. Vor der Fertigstellung der neuen Gebäude kommt es häufig zu verschiedenen Zwischennutzungsformen der Brachfläche, die stets für einen begrenzten Zeitraum ausgerichtet sind. Vermehrt findet man zum Beispiel Leichtbaustrukturen, die entweder als Wohnfläche oder als informelle Verkaufseinheit genutzt werden. Im Falle von lediglich sehr kurzen Perioden (bis zu mehreren Wochen), werden die freistehenden Flächen meist als einfache Lagerflächen zwischen genutzt, die ohne Hilfskonstruktionen auskommen.

27 Solche Zwischennutzungen helfen den Bewohnern, ihren Lebensstandard zumindest temporär zu verbessern. Diese Form der Brachflächen bietet immer eine Möglichkeit zur informellen Nachverdichtung innerhalb des urbanen Gefüges selbst und ist somit insbesondere attraktiv für Gebiete, die sich in direkter Nähe zu Entwicklungsprojekten und damit zu potenziellen Arbeitsplätzen befinden. Durch die vorangehende Wohnnutzung ist in den meisten Fällen bereits eine grundlegende Infrastruktur vorhanden, die jedoch aufgrund der gestiegenen Nutzungsintensität stark überlastet wird, so dass bereits innerhalb eines kurzen Zeitraumes mit einer Überbeanspruchung des städtischen Wassersystems zu rechnen ist. Generell bedeuten die steigende Verdichtung und der damit verbundene massive Anstieg der Nutzungsintensität ein gravierendes Moment für den lokalen Wasserhaushalt (Tab. 3). Die Auswirkungen auf die Wasserressourcen lassen sich anhand des „urban villages“ Xincun verdeutlichen (siehe Abb. 1 und 2). Xincun befindet sich im zentral gelegenen Haizhu- Distrikt und verzeichnete in den letzten Jahren einen großen Zuzug an Migranten. Legt man den Wasserverbrauch pro Kopf von rund 457 Litern am Tag zugrunde, wird ersichtlich, dass der Wasserbedarf in Xincun durch die Bevölkerungszunahme und zunehmende Verdichtung (bedingt vor allem durch den Zuzug von zahlreichen nicht- registrierten Migranten) stark ansteigt. Der tägliche Wasserbedarf in Xincun würde ohne Migranten bei 699.024 Litern liegen, unter Berücksichtigung der in den letzten Jahren zugezogenen Migranten beträgt der Wasserverbrauch etwa 3.412.894 Liter (Wehrhahn et al., 2008). Die dadurch ebenfalls enorm gestiegene Abwassermenge führt zu steigenden Kontaminationen des Grundwassers. Hydrochemische Analysen ergaben Grundwasserverunreinigungen durch gesamtcoliforme Bakterien von $1{,}7*10^4$ - $3{,}3*10^4$ MPN/ 100 ml. Coliforme Bakterien können als Indikator für Verschmutzungen durch häusliches Abwasser angesehen werden. Diese Werte liegen deutlich in der chinesischen Gewässergüteklasse V (> 100 MPN/ L), die die schlechteste Grundwasserqualität anzeigt (Nantong Municipal Environmental Protection Bureau, 2003). Sie können deshalb als besonders kritisch angesehen werden, da das Grundwasser in einigen Untersuchungsgebieten nicht abgekocht verzehrt wird. Insgesamt stellen Grundwasserkontaminationen natürlich eine Gefahr für die Umwelt dar; sie sind im besonderen Maße als gravierend in Gebieten einzustufen, in denen Grundwasser unbehandelt konsumiert wird.

Tab. 3: Typ 2: Intrazelluläre Brachfläche

Typ	Lagesituation	Besiedlungsdichte	Nutzungsintensität	Häufigkeit	Überwiegende Landnutzungsform	Kontaminant	Typ: AC – Anorganische Chemie	Typ: M – Mikroorganismus	Grenzwerte: Grenzwerte deutsche Trinkwasser-verordnung [mg/l]	Grenzwerte: Grenzwerte UN [mg/l]	Risikobewertung: WRQ: TW	WRQ: OW	WRQ: GW	WO
Intrazelluläre Brachfläche	Innerhalb der urban unit, meist in unmittelbarer Nähe zu bestehendem Wohnraum	Niedrig bis Hoch	Hoch bei durchschnitt. Mittel-/ langfristiger Nutzungsdauer	Hoch	Wohnen/ Mikroökonomie	Gesamtcoliforme, Fäkalcoliforme & E-Coli-Bakterien		M	0	0	H	N	H	N
						Ammonium / Nitrat (gemessen als Stickstoff)	M-AC		0,5 / 50	- /10	H	M	M	N
						Arsen	AC		0,01	0	H	M	H	H
						Cadmium	AC		0,005	0,005				
						Chromium	AC		0,05	0,05				
						Kupfer	AC		2,0	1,3				
						Eisen	AC		0,2	0,3				
						Blei	AC		0,01	0				
						Quecksilber (anorganisches)	AC		0,001	0,002				
						Nickel	AC		0,02	0,07				
Legende	WRQ: Wasserressourcen Qualität – TW: Trinkwasser – OW: Oberflächenwasser – GW: Grundwasser – WO: Wasser Organismen													
	Häufigkeit gemessen an identifizierten Typen/10 (Basis: Zählungen 2007-2008): niedrig (< 1/10) mittel (< 6/10) hoch (> 7/10)													
Bewertung (Risiko-Rangfolge Klassifikation)	Hoch [H]						Mittel [M]				Niedrig [N]			

Typ 3: Brachflächen an Übergangsbereichen von urban units

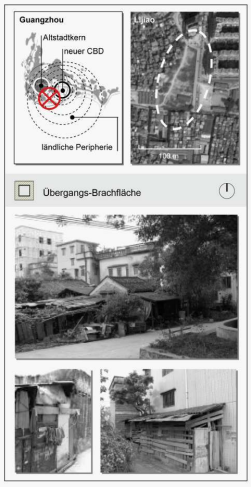
28 Ein weiteres Phänomen im Verstädterungsprozess stellen die zahlreichen ‚Übergangsflächen' zwischen den einzelnen Stadtbausteinen dar. Die Rand- bzw. Übergangsbereiche können durch die zahlreichen lokal ablaufenden Transformationsprozesse als Indikator für die anhaltenden dynamischen Veränderungen des megaurbanen Gefüges gesehen werden. In der megaurbanen Landschaft gibt es verschiedene Arten von Randbereichen. Es kann unterschieden werden zwischen (1) urban units mit starker Wechselwirkung mit den benachbarten units, die von einem Aufbrechen der traditionellen chinesischen Stadtclusterung zeugen, und (2) urban units mit noch sehr ursprünglichen traditionellen Raumstrukturen, die durch Mauern, Gefälleausrichtung oder Zugangsbegrenzungen das ‚Innere' deutlich vom ‚Äußeren' abgrenzen. Insbesondere an den Rand- und Übergangsbereichen gibt es interessante ‚Erweiterungsphänomene'. Die meisten sind in Form von Interimsnutzungen von Brach- bzw. Restflächen zu finden und können mit dem Begriff der ‚Übergangs-Brachfläche' beschrieben werden:

- Temporärbauten: entweder als Solitäre ausgebildet oder als Addition von zusätzlichem Raum an/ auf bestehendem Gebäude,
- Nebennutzflächen: Selbstversorgungsgärten, Kochbereiche, außen liegende Wasch-/ Spülbereiche, Trockenbereiche für den häuslichen Bedarf,...,
- Abstell- und Lagerflächen für verschiedene Nutzgüter (Brennholz, Baumaterialien, Bauschutt,...),
- Gestaltungsflächen: In Besitznahme von öffentlichem Raum durch unterschiedlich massive Abgrenzung (Blumentöpfe, Steine, Sitzmauern, Sonnensegel,...).

29 Die Gebiete in den Randbereichen haben im Gegensatz zu den intrazellulären Brachflächen (siehe Typ 2) in der Regel keinerlei bzw. keine adäquate Infrastruktur.

Dennoch sind sie in höchstem Maße attraktiv, dienen sie doch häufig als erstes ‚Auffangbecken' für die ärmste städtische Bevölkerungsschicht, die – überwiegend aus den Binnenland stammenden – Immigranten: Die beschriebenen Areale sind stadtnah, kostengünstig und in der Nähe zu potenziellen Arbeitsplätzen. Aus den aufgestellten Zwischennutzungen und räumlichen Interaktionen resultiert zudem ein Prozess struktureller und in Folge dessen auch sozialer Marginalisierung. Eine starke Verdichtung ist die Folge. Vulnerabilitäten dieser dynamischen und kaum steuerbaren Transformationsprozesse sind neben zunehmender allgemeiner Verschmutzung auch die Überlastung der meist offenen Abwasserkanäle und der Infrastruktur im Allgemeinen (Tab. 4). Daraus ergeben sich Probleme mit der Abwasserentsorgung und den damit zusammenhängenden Schadstoffeinträgen in Grund- und Oberflächengewässer. Die Probleme treten in Gebieten, die diesem Typ zugeordnet werden können, in verstärkter Form auf, da wie oben bereits erwähnt kein adäquates bzw. kein Abwassersystem vorhanden ist, und das Abwasser so direkt in das Oberflächenwassersystem geleitet wird. In diesen Gebieten konnten erhöhte Kontaminationen mit coliformen Bakterien, Ammonium und Nitrat gemessen werden. Grundsätzlich lassen sich diese Verschmutzungen als sehr risikoreich für Mensch und Umwelt bewerten.

Tab. 4: Typ 3: Übergangs-Brachfläche

Typ	Lagesituation	Besiedlungsdichte	Nutzungsintensität	Häufigkeit	Überwiegende Landnutzungsform	Kontaminant	Typ: AC – Anorganische Chemie	Typ: M – Mikroorganismus	Grenzwerte: Grenzwerte deutsche Trinkwasser-verordnung [mg/l]	Grenzwerte: Grenzwerte UN [mg/l]	Risikobewertung: WRQ: TW	WRQ: OW	WRQ: GW	WO
	Meist innerhalb der Gebietsgrenzen, Randlage, teilweise im Zwischenbereich zwischen verschiedenen urban units	Mittel bis Hoch	Hoch bei durchschnittl. Kurz-/ mittelfristiger Nutzungsdauer	Mittel	Wohnen	Gesamtcoliforme, Fäkalcoliforme & E-Coli-Bakterien	M		0	0	H	N	H	N
						Ammonium/ Nitrat (gemessen als Stickstoff)	M-AC		0,5 / 50	- / 10	H	M	M	N
						Arsen	AC		0,01	0	H	M	H	H
						Cadmium	AC		0,005	0,005				
						Chromium	AC		0,05	0,05				
						Kupfer	AC		2,0	1,3				
						Eisen	AC		0,2	0,3				
						Blei	AC		0,01	0				
						Quecksilber (anorganisches)	AC		0,001	0,002				
Übergangs-Brachfläche						Nickel	AC		0,02	0,07				
Legende	WRQ: Wasserressourcen Qualität – TW: Trinkwasser – OW: Oberflächenwasser – GW: Grundwasser – WO: Wasser Organismen													
	Häufigkeit gemessen an identifizierten Typen/10 (Basis: Zählungen 2007-2008): niedrig (< 1/10) mittel (< 6/10) hoch (> 7/10)													
Bewertung (Risiko-Rangfolge Klassifikation)	Hoch [H]						Mittel [M]				Niedrig [N]			

Typ 4: Undefinierte Zwischenräume: Unorte

30 Der Typ der undefinierten Zwischenräume beschreibt Räume, die zwischen Autobahnkreuzen oder unter den zahlreichen Brückensystemen der Hochstraßen entstehen und die allgemein unter die Bezeichnung der ‚Nicht-Orte' fallen: eine Art Niemandsland. Eine spezifische räumliche Ausformung war dort nie das Thema. Es handelt sich um Flächen, die niemand nutzbar findet, die aber aufgrund ihrer lokalbedingten Nachteile günstig zur Verfügung stehen. Mitten in der Stadt gelegen, sind sie Resultat einer notwendigen aber auch sehr massiven Anpassung der

Verkehrsinfrastruktur an das gestiegene Mobilitätsbedürfnis der Bewohner einer Megastadt.

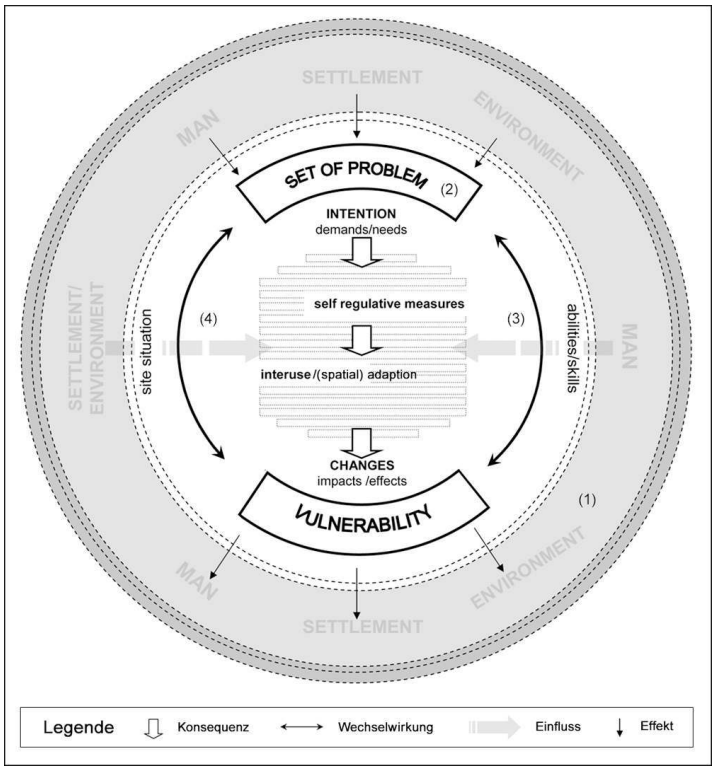
31 Hier entsteht ein Ort für informelle Behausungen, meist sind es nur Unterkünfte für eine Nacht an den Rändern der stark befahrenen Straßen, die ein Verkehrsaufkommen haben, das ein Vielfaches von europäischen Metropolen wie Berlin, Rom oder Paris beträgt. Aber auch als informeller Verkaufsraum dienen diese Nicht-Orte. Die Nutzungsdauer ist verhältnismäßig kurz und reicht von einigen Stunden bis zu mehreren Tagen. Aufgrund des übergroßen Flächenangebotes besteht keine Veranlassung zu starker Verdichtung. Dieser Brachflächentyp weist bereits negative Umwelteinflüsse in Form von hohem Versiegelungsgrad und zahlreichen Emissionen auf. Eine hier angesiedelte Zwischennutzung hat weitere negative Auswirkungen auf den lokalen Wasserhaushalt in Form von den oben bereits mehrfach beschriebenen Verschmutzungen aus unbehandeltem häuslichem Abwasser (Tab. 5).

Tab. 5: Typ 4: Unorte

Typ	Lagesituation	Besiedlungsdichte	Nutzungsintensität	Häufigkeit	Überwiegende Landnutzungsform	Kontaminant	Typ AC: Anorganische Chemie	Typ M: Mikroorganismus	Grenzwerte: Grenzwerte deutsche Trinkwasser-verordnung [mg/l]	Grenzwerte: Grenzwerte UN [mg/l]	Risikobewertung WRQ: TW	WRQ: OW	WRQ: GW	WO
	Außerhalb der urban units, Infrastrukturanlagen	Niedrig	Hoch bei durchschnittl. spontaner Nutzungsdauer	Mittel	Verkehr/ Wohnen/ sonst. Infrastruktur	Gesamtcoliforme, Fäkalcoliforme & E-Coli-Bakterien	M		0	0	H	N	H	N
						Ammonium / Nitrat (gemessen als Stickstoff)	M-AC		0,5 / 50	- / 10	H	M	M	N
						Arsen	AC		0,01	0	H	M	H	H
						Cadmium	AC		0,005	0,005				
						Chromium	AC		0,05	0,05				
						Kupfer	AC		2,0	1,3				
						Eisen	AC		0,2	0,3				
						Blei	AC		0,01	0				
						Quecksilber (anorganisches)	AC		0,001	0,002				
Unorte						Nickel	AC		0,02	0,07				
Legende	WRQ: Wasserressourcen Qualität – TW: Trinkwasser – OW: Oberflächenwasser – GW: Grundwasser – WO: Wasser Organismen													
	Häufigkeit gemessen an identifizierten Typen/10 (Basis: Zählungen 2007-2008): niedrig (< 1/10) mittel (< 6/10) hoch (> 7/10)													
Bewertung (Risiko-Rangfolge Klassifikation)	Hoch [H]						Mittel [M]				Niedrig [N]			

32 Einen wesentlichen Baustein für die weiterführende Arbeit mit den oben dargestellten Brachflächentypen stellt das Kreismodell in Abbildung 3 dar, das hier kurz vorgestellt werden soll.

Abb. 3: Kreismodell als Evaluierungstool für Entwicklungsprozesse auf urbanen Brachflächen (Wiethoff, 2010)



33 Das Kreismodell skizziert als weiterführenden Analyseschritt ein mögliches Differenzierungstool, das für eine übergeordnete Erhebung und Analyse von Einflüssen verschiedener Brachflächentypen auf Mensch, Umwelt und Siedlung herangezogen werden kann. Das Modell verfolgt das Ziel, Qualität sowie Quantität in Bezug auf die laufenden dynamischen Prozesse zu evaluieren und gleichzeitig die Intentionen der jeweiligen etablierten Zwischennutzungen sowie die hierfür relevanten Einflussfaktoren auf verschiedenen Ebenen abzubilden:

- [A] aktuelle Problemstellung: Was ist das Problem?
- [B] Intention des Nutzers: (a) Nachfrage: Was wird benötigt? (b) konkrete Änderungs- und Anpassungsfähigkeit: Was kann verändert werden?
- [C] Durchführung von Maßnahmen seitens der Nutzer: Was hat sich verändert (a) strukturell und (b) in Bezug auf das Ausgangsproblem?
- [D] ‚hypothetische Vulnerabilität', die aus der Nachnutzung resultiert: Was können negative Auswirkungen auf das ökologische System sein?
- [E] Evaluierung der Auswirkungen: War die Selbstregulierungsmaßnahme erfolgreich für Mensch, Umwelt und Stadtstruktur?

34 Innerhalb der verschiedenen Zyklen der Entstehung und Entwicklung von Stadtlandschaft koexistieren verschiedene Nutzungsformen, die die zugänglichen räumlichen, ökonomischen und ökologischen Ressourcen untereinander aufteilen. Transformation entsteht durch Austausch und Sukzession – Natur und Gesellschaft liegen im ständigen Wettstreit um die vorhandenen Raumkapazitäten.

35 Die Ausmaße der Lösungsstrategien sind begrenzt, denn sie können nur innerhalb eines festgelegten infrastrukturellen, räumlichen oder finanziellen Rahmens stattfinden, der

maßgeblich von den vorhanden äußeren Faktoren, wie etwa mangelnde infrastrukturelle Grundversorgung, Widerstand seitens Nachbarn oder negative wirtschaftliche Situation beeinflusst wird. Die verschiedenen Formen von Zwischen- und Nachnutzungsmöglichkeiten geben Aufschluss über die zugrunde liegenden Probleme, zeigen Lösungsstrategien im Sinne von Selbstregulierungsmaßnahmen auf der einen Seite und (negativen) Effekte im Sinne urbaner Vulnerabilität auf der anderen Seite.

Fazit

36 Die Megaurbanisierung bringt eine zunehmende Anzahl an Brachflächen hervor. Insbesondere in Megastädten bergen Brachflächen der verschiedenen oben aufgeführten Typen ein großes Gesundheitsrisiko für einige Bevölkerungsgruppen, wie zum Beispiel die zunehmende Anzahl der Migranten auf der Suche nach Arbeit und kostengünstigem Wohnraum in der Stadt. Speziell die Brachflächen, die innerhalb von einzelnen bestehenden Gebieten einer informellen Zwischennutzung zugeführt werden (Typen 2 und 3) stellen ein ernstzunehmendes Risiko in Bezug auf die zu erwartenden negativen Auswirkungen auf das bestehende urbane Ökosystem dar. In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass Interimnutzung ohne adäquate Abwassersysteme zu schwerwiegenden Kontaminationen von Grund- und Oberflächenwasser führt. In den Untersuchungsgebieten wurden bei hydrochemischen Analysen Verunreinigungen mit gesamtcoliformen Bakterien, Ammonium und Nitrat gefunden, die weit über den zulässigen Grenzwerten liegen und deutliche Rückschlüsse auf Schadstoffeinträge von häuslichem Abwasser zu lassen. Diese Verschmutzungen können in einem direkten Zusammenhang mit den informellen Übergangsnutzungen stehen.

37 Das Vakuum der staatlichen Regulierung ermöglicht eine große Vielfalt an Interimsnutzungen, an baulichen Erweiterungen, an Low-Cost-Wohnraum und an informellen Einnahmequellen. Ausdruck diverser (informeller) Selbstregulierungsprozesse sind also zahlreiche Nach- und Umnutzungen der bestehenden oder entstehenden Brachflächen, die in verschiedensten Ausführungen zu finden sind und von dem Bedürfnis nach mehr Raum innerhalb des dichten Gefüges der Megastadt zeugen. Die untersuchten Zwischennutzungen zeigen dennoch auch ein bestehendes und vielleicht auch ausbaufähiges räumliches Potenzial, das durch die Bewohner in unterschiedlicher Weise genutzt wird.

38 Insgesamt haben Brachflächen und ihre Zwischennutzung in Megastädten vielfältige Einflüsse auf die Umwelt, insbesondere durch Kontaminationen des Untergrundes und Grundwassers. Auf der einen Seite sind viele Brachflächen in den Städten noch nicht saniert, auf der anderen Seite werden diese Gebiete in Megastädten häufig wegen des herrschenden Bevölkerungsdrucks wie auch anderer Effekte und Prozesse der Urbanisierung zwischen genutzt. In jedem Falle zeigt die Vielfalt der Selbstregulierungsmaßnahmen, neben den negativen ökologischen Auswirkungen, auch eine große Bandbreite an bereits erprobten Verbesserungsmöglichkeiten, die für ein nachhaltiges Stadtentwicklungsmanagement genutzt werden können: Brachflächen im megaurbanen Wachstums- und Transformationsprozess sind gekennzeichnet durch ein schnelles Entwicklungstempo und extreme Wandlungsfähigkeit. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass sie die Stadtlandschaft wesentlich mitbestimmen – ein Faktor, der bislang nicht ausreichend in den Fokus der Stadtentwicklungsplanung gerückt wurde.

39 Grundsätzlich lassen sich bestimmten Brachflächentypen spezifische Probleme und Handlungsoptionen zuweisen. Diese wiederholen sich auf Flächen ähnlicher oder gleicher Typologie und werden damit zu erkennbaren (und wiederkehrenden) Handlungsmustern, Strategien und räumlichen Mustern, die sich ebenso ähneln in Bezug auf ihren Auswirkungsgrad auf das ökologische System der Megastadt. Diese Hypothese gilt es in weiteren Schritten auf ihre Übertragbarkeit auf andere megaurbane Kontexte zu überprüfen. Eine detaillierte Analyse der Nutzungen und der damit verbundenen strukturellen und ökologischen Veränderungen kann dabei helfen, die zahlreichen Belastungen von Brachflächen für die Stadtentwicklung im Gesamten zu evaluieren und den negativen Auswirkungen frühzeitig und nachhaltig entgegenzuwirken.

40 Sowohl für ein nachhaltiges Wassermanagement als auch für eine Reduzierung der Gesundheitsrisiken ist es dringend notwendig, eine einfache Methode zur Abschätzung und Bewertung der Risiken von Brachflächen in schnell wachsenden Megastädten zu entwickeln. Aufgrund der hohen Dynamik und des enormen Bevölkerungsdrucks in diesen Städten ist es nicht möglich europäische bzw. deutsche Planungsverfahren und Standards 1:1 einzusetzen.

BIBLIOGRAPHIE

Aretov, A., Baier, K., Neukum, C., Azzam, R., 2008, "Impact of Agricultural Land Use on Sustainable Groundwater Protection", in: *The 4th symposium of German-Arab scientific forum for environmental studies, Climatic changes and water resources in the Middle East and North Africa*. Fes, Morocco, October, 7 and 8, Tagungsband, 104-106.

Daly, D., Dassargues, A., Drew, D., Dunne, S., Goldscheider, N., Neale, S., Popescu, I.C., Zwahlen, F., 2002, "Main Concepts of the European Approach to Karst Groundwater Vulnerability Assessment and Mapping", *Hydrogeology Journal*, 10, 340-345, Springer-Verlag.

Foster, S.S.D., 1987, "Fundamental concepts in aquifer vulnerability. Pollution risk and protection strategy", in: W. van Duijvenbooden and H.G. van Waegeningh (ed.) *Vulnerability of soil and groundwater to pollutants*. No. 38. TNO Committee on Hydrological Res. The Hague, the Netherlands, pp. 69-87.

Foster, S.S.D., Morris B.L., and Lawrence A.R., 1993, "Effects of Urbanization on groundwater recharge", in: Wilkinson, W.B., (ed.), *Groundwater Problems in Urban Areas, Proceeding of Institution of Civil Engineers*, June 1993, London, 43-63.

Gstach, 2006, *Freiräume auf Zeit- Zwischennutzung von urbanen Brachen als Gegenstand der kommunalen Freiraumentwicklung*. Disputation an der Universität Kassel. Doi: urn:nbn:de:hebis:34-2006082214468.

Guangzhou International, 2007, *Administrative Regions and Population*. http://www.gz.gov.cn/vfs/subsite/JGIN7QPB-AZE4-2MTO-EA6G-R281E8V2SFJH/category/category07.jsp?catId=5713&PageNo=5 (18.11.2008).

Guangzhou International (2010): http://english.gz.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/cngzyw/s3616/201008/582898.html (13.10.2010).

Kraas, F., Sterly, H., 2009, "Land use Change in Megacities and Challenges for Water Management", In: Baier, K., Strohschön, R. (Hrsg.): *Proceedings of Megacities - Interactions Between Land Use and Water Management - Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogeologie*, 99, 9-16.

Lerner, D.N., 2000, *Guidelines for estimating urban loads of nitrogen to groundwater, Project NT1845*, Groundwater Protection and Restoration Group, Dept. Of Civil and Structural Engineering, University of Sheffield, Mappin St.

Lerner, D.N., Issar, A.S., and Simmers. I., 1990, "Groundwater Recharge: A Guide to Understanding and Estimating Natural Recharge", *International Contributions to Hydrogeology* ,Vol. 8, IAH, Verlag Heinz Heise, Hannover, Germany.

Morris, B.L., Lawrence, A.R., Chilton, P.J.C., Adams, B., Calow, R.C., and Klinck, B.A., 2003, *Groundwater and its susceptibility to degradation: A global assesment of the problem and options for management. Early Warning and Assesment Report Series*, RS.03-3. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

Miller G.T., 2004, *Sustaining the Earth*, 6th edition. Thompson Learning, Inc. Pacific Grove, California. Chapter 9, Pages 211-216.

Nantong Municipal Environmental Protection Bureau, 2003, *Quality standard for ground water*. http://www.nthb.cn/standard/standard02/20030414085238.html (25.10.2010).

Putra, D., 2007, "The Impact of Urbanization on Groundwater Quality. A Case Study in Yogyakarta City", in: *Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogelogie*, 96.

Putra, D., Baier, K., 2009, "Der Einfluss ungesteuerter Urbanisierung auf die Grundwasserressourcen am Beispiel der indeonesischen Millionenstadt Yogyakarta", *Cybergeo, Environnement, Nature, Paysage*, article 469, 29 septembre 2009.

Strauch, G., Musolff, A., Leschik, S., Oswald, S., Osenbrück, K., Krieg, R., Schirmer, M., Reinstorf, F., 2009, "The Watershed-Sewershed Approach – Experience from Urban Sufrace-Groundwater Systems in Germany", in: Baier, K., Strohschön, R. (Hrsg.): *Proceedings of Megacities - Interactions Between Land Use and Water Management - Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogeologie*, 99, 147-154.

Vazquez-Sune, S., Sanchez-Vila, X., and Carrera, J., 2005, "Introductory review of specific factors influencing urban groundwater, an emerging branch of hydrogeology, with reference to Barcelona, Spain", *Hydrogeology Journal*, Volume 13, 522-533.

Wehrhahn, R., Bercht, A.L., Krause, C.L., Azzam, R., Kluge, C.L., Strohschön, R., Wiethoff, K., Baier, K., 2008, "Urban restructuring and social and water-related vulnerability in mega-cities - the example of the urban village of Xincún, Guangzhou (China)", in: *Die Erde. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin* 139 (3), 227-249.

Yan, X., Wei, L., 2004, "The Persistence or Transformation of Urban Villages in Urban China in the Context of the Socio-Economic Transition and Globalization", in: Petermanns Geographische *Mitteilungen* 148, 5, 60-67.

RÉSUMÉS

Der raumstrukturelle Wandel in Chinas Megastädten bringt eine Vielfalt von temporär unbestimmten Flächen hervor. Intensität, Dauer und Art der dort angesiedelten Interimsnutzungen haben unterschiedlich weitgehende Auswirkungen auf die lokale hydrologische Situation. Der vorliegende Artikel will Erkenntnisse aus den Bereichen Hydrologie

und Stadt- bzw. Landschaftsmorphologie zusammenführen. Im ersten Kapitel werden Auswirkungen von Urbanisierung auf das Grundwasser und die spezifische Rolle von Brachflächen in diesem Forschungszusammenhang kurz beschrieben. Der zweite Teil wird auf der Basis von zahlreichen untersuchten urban units einen Überblick über vier ‚typische' urbane Brachflächen innerhalb des megaurbanen Gefüges geben. Die vorliegende Untersuchung soll mögliche Zusammenhänge zwischen Selbstregulierungsmechanismen (in Form von Zwischennutzungen) und deren Auswirkungen auf die Wasserressourcen wie auch auf die zugrunde liegenden dynamischen Prozesse aufzeigen. Die Diskussion am Ende überträgt die Erkenntnisse aus den Einzeluntersuchungen auf den megaurbanen Kontext und ermöglicht somit Aussagen über die gesamtstädtische Entwicklung und die daraus resultierende Vulnerabilität der Megastadt Guangzhou.

The space-structural changes in Chinese megacities produce a variety of temporarily uncertain surfaces. Intensity, duration and kind of initiated interim uses have different extensive effects on the local hydrologic situation. The article in hand aims to bring together findings from the special fields of hydrology and city/ landscape morphology. In the first chapter, the impacts of urbanization on groundwater and the specific role of abandoned sites in this research context will be shortly described. The second part will give an overview of 'typical' abandoned sites and situations within a mega-urban context on the basis of different examined urban units. The present study should carry out the interdependencies between self-regulation mechanisms (in terms of interim uses) and their effects on the water resources as well as the underlying dynamic processes. The discussion at the end transfers the findings from microscale to the mega-urban context and thus allows conclusions about the overall urban development and the resulting vulnerability of megacity Guangzhou.

Le changement structurel dans les mégapoles chinoises produit une diversité de surfaces temporairement indéterminées. L'intensité, la durée et les types d'utilisations temporaires qui en sont faites ont des conséquences sur la situation hydrologique locale. Cet article se positionne au croisement des approches de l'hydrologie et de la morphologie du paysage et/ou urbaine. Dans un premier chapitre, les conséquences de l'urbanisation sur l'eau souterraine et le rôle spécifique des friches, ou plus généralement des surfaces abandonnées, sont brièvement décrits. Le deuxième chapitre donne un aperçu de quatre types de surfaces urbaines abandonnées, caractéristiques de la structure méga-urbaine, et qui ont été sélectionnées sur la base des nombreuses 'urban units' examinées pendant les phases de recherche à Guangzhou. Notre étude scientifique précise les liens possibles entre les mécanismes d'autorégulation, sous forme d'utilisation temporaire, et leurs conséquences sur l'environnement, sous forme de vulnérabilité de la qualité de l'eau et de la gestion des ressources en eau : elle décrit aussi les processus dynamiques qui sont à leur origine. La discussion finale essaye de transférer les connaissances des études particulières sur le contexte mega-urbain et de tirer ainsi des conclusions sur le développement urbain et les vulnérabilités résultantes pour la mégapole de Guangzhou.

INDEX

geographyun 935, 906, 156
Schlüsselwörter : megaurbanisierung, brachfläche, zwischennutzung, Guangzhou, grundwasser
Keywords : abandoned sites, mega-urbanization/mega-urbanisation, groundwater, intermediate use, Guangzhou
Mots-clés : eau souterraine, friche, méga-urbanisation, utilisation intermédiaire, Guangzhou

AUTEURS

KATHARINA WIETHOFF

Dipl.-Ing. Arch.
Research Associate
Institute of Landscape Architecture, RWTH Aachen University,
Lochnerstraße 4-20, 52064 Aachen, Germany
katharina_wiethoff@web.de

KLAUS BAIER

Dr.
Research Associate
Department of Engineering Geology and Hydrogeology, RWTH Aachen University,
Lochnerstraße 4-20, 52064 Aachen, Germany,
baier@lih.rwth-aachen.de

RAMONA STROHSCHÖN

M.A.
Research Associate
Department of Engineering Geology and Hydrogeology, RWTH Aachen University,
Lochnerstraße 4-20, 52064 Aachen, Germany,
strohschoen@lih.rwth-aachen.de