



Leibniz-Institut  
für ökologische  
Raumentwicklung



Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher (Hrsg.)  
**Flächennutzungsmonitoring III**  
Erhebung – Analyse – Bewertung



**IÖR Schriften**

**Herausgegeben vom  
Leibniz-Institut für ökologische  
Raumentwicklung**

**RHOMBOS-VERLAG BERLIN**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR)  
Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Bernhard Müller  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
Tel.: (0351) 4679-0  
Fax: (0351) 4679-212  
E-Mail: [info@ioer.de](mailto:info@ioer.de)  
Homepage: <http://www.ioer.de>

### **Verlag**

RHOMBOS-VERLAG  
Kurfürstenstraße 17  
10785 Berlin  
E-Mail: [verlag@rhombos.de](mailto:verlag@rhombos.de)  
Homepage: <http://www.rhombos.de>  
VK-Nr. 13597

Druck: dbusiness.de GmbH, Berlin

Printed in Germany

### **© 2011 RHOMBOS-VERLAG, Berlin**

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.

Kein Teil dieses Werkes darf außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Titelbild: Autobahnbau Dresden-Prag; Foto: Eva-Maria Tittel, IÖR  
Satz/DTP: Natalija Leutert, Margitta Wahl

**ISBN: 978-3-941216-68-6**

**IÖR Schriften Band 58 · 2011**

**Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher (Hrsg.)**

**Flächennutzungsmonitoring III**

**Erhebung – Analyse – Bewertung**



## Vorwort

Die Flächennutzungsentwicklung muss weltweit mit Sorge beobachtet werden. Immer größere Megastädte entstehen, häufig auf sehr guten, ertragreichen Böden. Landschaften devastieren infolge des Klimawandels, und Brandrodungen zur Umwandlung von Wald- in Landwirtschaftsflächen sind weiter an der Tagesordnung. Da die Fläche unserer Erde nicht vermehrbar ist, nehmen Konkurrenzen um diese begrenzte Ressource zu, müssen doch inzwischen fast 7 Milliarden Menschen ernährt werden. Der Energiehunger verschärft die Situation, denn Flächen zur Bioenergiegewinnung verdrängen immer stärker die bisherige Nahrungsmittelproduktion und treiben die Lebensmittelpreise auf Rekordhöhe, was potenziell zu neuen Hungerkatastrophen führt. Eine Umkehr dieser Entwicklung ist nur durch ein größeres Gefahrenbewusstsein erreichbar. Das erfordert neben intensiveren Forschungen zu den Folgen der Flächenentwicklung auch bessere Informationen zur Flächennutzungsstruktur und ihren Entwicklungstrends.

Wenngleich im weltweiten Vergleich die Datenlage zur Flächennutzung in Deutschland nicht die schlechteste ist, bleiben schon vor Jahren erhobene Forderungen aus Wissenschaft und Praxis noch immer unerfüllt. Denn das einzige langjährig verfügbare Berichtssystem, die Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung – kurz amtliche Flächenstatistik – ist bei weitem nicht ausreichend, Erfolge oder Misserfolge einer nachhaltigen Flächenhaushaltspolitik, insbesondere auch die regionaler oder lokaler Bemühungen, darzustellen. Dabei hat das in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung 2002 formulierte Ziel, die Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr bis zum Jahr 2020 pro Tag auf 30 ha zu begrenzen, die Forderungen nach ergänzenden oder alternativen Berichtssystemen deutlich verstärkt.

Die rasante Entwicklung und Verfügbarkeit digitaler amtlicher Geobasisdaten in den letzten Jahren bietet nun endlich eine geeignete Grundlage, um die Flächennutzungsentwicklung genauer zu beobachten, zu analysieren, vergleichend darzustellen und in Kombination mit statistischen Daten auch Prognosen zu wagen. Neue und innovative Beiträge zu diesem Problembereich aus Wissenschaft und Praxis vorzustellen und intensiv gemeinsam zu diskutieren, ist seit 2009 das Ziel des alljährlichen Dresdner Flächennutzungssymposiums.

In diesem Band werden 26 der 27 Beiträge des 3. Dresdner Flächennutzungssymposiums, welches vom 26.-27.5.2011 stattfand, in ausführlicher Form dokumentiert. Sie umspannen folgende Themen: Aktuelle Trends der Flächennutzungsentwicklung, Methoden des Flächennutzungsmonitorings, Visualisierungs- und Bewertungsmethoden, amtliche Geodaten und -dienste als Grundlage eines Monitorings, Indikatoren und Monitoring des Freiraums, Prognosen der Flächeninanspruchnahme, Kleinräumige Statistik – Probleme und Lösungen sowie Strategien der Geoinformationsnutzung.

Von den zahlreichen hervorragenden fachlichen Einzelentwicklungen seien stellvertretend das vorbildliche System der Schweizer Arealstatistik, regionale Monitorsysteme der Praxis und weiterentwickelte Methoden der Entwicklungsbewertung genannt.

In den vielen, teilweise auch kontroversen Diskussionen wurde klar, dass zwei Trends die weitere Entwicklung wesentlich bestimmen: das verbesserte Datenangebot und eine kleinräumige Ergebnisvisualisierung. In diesem Zusammenhang ist besonders die Verschmelzung von Liegenschaftskataster und Topographie im AFIS-ALKIS-ATKIS-Projekt zu begrüßen, die im vollen Gange ist. Mit der semantischen Harmonisierung der tatsächlichen Flächennutzung werden neue Perspektiven für ein exaktes Flächennutzungsmonitoring eröffnet. In diesem Zusammenhang wird auch das neue Geobasisdatenangebot „3D-Gebäudestrukturen“ an Bedeutung gewinnen.

In der Analyse und Visualisierung ist ein Trend zu Rasterkarten unübersehbar. Die immer größer werdenden und sich damit einem langfristig angelegten Monitoring entziehenden administrativen Gebietseinheiten können auf diese Weise sinnvoll um kleinräumigere und zeitlich konstante Analyseeinheiten ergänzt werden, wozu sich quadratische geographische Gitterzellen hervorragend eignen.

Die Präsentationen der einzelnen Beiträge als ergänzende Informationen sind im Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) zu finden:

*[www.ioer.de/3\\_DD\\_Flaechennutzungssymposium/](http://www.ioer.de/3_DD_Flaechennutzungssymposium/)*

Allen Autoren sei nochmals herzlich gedankt für die schriftliche Fassung Ihrer Beiträge und die gute Zusammenarbeit im Redaktionsprozess.

Autoren und Herausgeber wünschen allen Lesern gewinnbringende Informationen, neue Einsichten und vor allem Erfolge auf dem Weg des Flächensparens im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung.

Gotthard Meinel

Dresden, November 2011



# Inhaltsverzeichnis

## **Aktuelle Trends der Flächennutzungsentwicklung**

Flächennutzungsentwicklung in Deutschland – Trendanalysen auf Basis der aktuellen amtlichen Flächenstatistik <i>Gertrude Penn-Bressel</i> .....	3
Flächenverbrauch und Landschaftszersiedelung – Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich? <i>Stefan Fina</i> .....	11
Aktuelle Ergebnisse des IÖR-Monitors zur Flächennutzung in Deutschland <i>Tobias Krüger</i> .....	23

## **Methoden des Flächennutzungsmonitorings**

Fernkundliche Erhebungen in Kombination mit Geo- und Statistikdaten – Mehrwert durch Datenverknüpfung <i>Wieke Heldens, Hannes Taubenböck, Thomas Esch, Christian Geiß, Michael Wurm, Michael Thiel</i> .....	39
Kleinräumige quantitative Abschätzung des deutschen Gebäudebestandes – Ausgangslage und Perspektive <i>Martin Behnisch, Gotthard Meinel</i> .....	47
Siedlungsflächenmonitoring in Rasterkarten <i>Markus Dießelmann, Gotthard Meinel, Robert Hecht</i> .....	61
Amtliche Flächenstatistik – ALK – IÖR-Monitor – Ergebnisse eines Vergleichs <i>Gotthard Meinel, Ekkehard Scheffler</i> .....	71

## **Visualisierungs- und Bewertungsmethoden**

Visualisierung von Ergebnissen der Arealstatistik der Schweiz mit Kriging- und Mischrasterkarten <i>Werner Meyer</i> .....	83
Monitoring- und Bewertungsmethoden von Problem- und Stadterneuerungsgebieten – Realisierung im Stadtteilmonitor Dresden <i>Nguyen Xuan Thinh</i> .....	93

Raumbeobachtung und Flächenmanagement in der Metropolregion Rhein-Neckar  
*Hans-Peter Hege* ..... 107

Neue Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten im Monitor der Siedlungs-  
und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor)  
*Jochen Förster* ..... 115

## **Amtliche Geodaten und -dienste als Grundlage eines Monitorings**

Das ATKIS Basis-DLM im neuen Gewand – was hat sich geändert  
*Wolfram Kunze* ..... 125

Das neue Geobasisprodukt 3D-Gebäudestrukturen  
*Stephan Heitmann* ..... 135

Informationsdienst „GeoDaten Dresden“ – informatorisches Instrument  
zum Flächensparen?  
*Marcus Dora* ..... 141

## **Indikatoren und Monitoring des Freiraums**

Indikatoren und Monitoring der biologischen Vielfalt in Deutschland  
*Werner Ackermann, Rainer Dröschmeister, Ulrich Sukopp* ..... 149

Landschaftszerschneidung und Waldfragmentierung –  
Neue Indikatoren des IÖR-Monitors  
*Ulrich Walz, Tobias Krüger, Ulrich Schumacher* ..... 163

## **Prognosen der Flächeninanspruchnahme**

Das 30-Hektar-Ziel – Flächensparen auf Kosten sozialer und ökonomischer Belange?  
*Stefan Siedentop* ..... 173

Modellgestützte Projektion der Flächeninanspruchnahme in den Kreisen  
Deutschlands bis 2020  
*Martin Distelkamp, Philip Ulrich* ..... 181

Gewerbeflächenprognosen – Methodische Zugänge und Forschungsbedarf  
*Karsten Rusche, Alexander Mayr* ..... 189

## **Kleinräumige Statistik – Probleme und Lösungen**

Indikatorensysteme im Spannungsfeld zwischen europäischen Anforderungen  
und regionalem Informationsbedarf  
*Hans-Dieter Kretschmann* ..... 199

„Äpfel mit Birnen vergleichen, aber nicht mit Zitronen“ – Überlegungen zu einer Erweiterung der regionalstatistischen Analyseeinheiten in der amtlichen Statistik <i>Markus Sigismund</i> .....	205
Möglichkeiten und Grenzen der Regionalisierung statistischer Erhebungen am Beispiel des Zensus 2011 <i>Michael Bubik, Karsten Lamla</i> .....	213
Das kleinräumige städtische Gliederungssystem AGK als Basis intrakommunaler Informationssysteme <i>Rainer Schönheit</i> .....	219
 <b>Strategien der Geoinformationsnutzung</b>	
Geoinformations-Nutzung durch Geodateninfrastrukturen: Das Beispiel GDI Metropolregion Hamburg <i>Sascha Tegtmeyer</i> .....	229
Planungsraumbezogene Informationsbereitstellung für Monitoring und Analyse – Umsetzungsbaustein der Rahmenstrategie Soziale Stadtentwicklung Berlin <i>Dietrich Bangert</i> .....	235
Kommunale Geodateninfrastrukturen und sozio-technischer Systemwandel: Entwicklungspfade in Deutschland <i>Marc Wolfram</i> .....	241
 <b>Autorenverzeichnis</b> .....	255



## **Aktuelle Trends der Flächennutzungsentwicklung**



# Flächennutzungsentwicklung in Deutschland – Trendanalysen auf Basis der aktuellen amtlichen Flächenstatistik

*Gertrude Penn-Bressel*

## Zusammenfassung

Die Entwicklung der Flächenneuanspruchnahme für Siedlungen und Verkehr in Deutschland auf der Basis der amtlichen Flächenstatistik wird vorgestellt und im Vergleich zu den Fernerkundungsdaten aus CORINE Land Cover kommentiert.

Flächeninanspruchnahme durch den Ausbau von Siedlungen und Infrastrukturen geht mit Ressourcenverbrauch, insbesondere auch von mineralischen Rohstoffen, einher. Forschungsergebnisse zur Quantifizierung der Materialströme werden vorgestellt und Wissenslücken aufgezeigt. Zudem wird eine Schätzung über den künftigen Flächenbedarf für den Ausbau erneuerbarer Energien dargestellt.

## 1 Einführung

Im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie strebt die Bundesregierung an, die Flächenneuanspruchnahme (FIA) durch Siedlungen und Verkehr (SuV) auf 30 Hektar pro Tag zu reduzieren (Bundesregierung 2002, 100). Die FIA hat sich im letzten Jahrzehnt zwar aus demographischen und ökonomischen Gründen verlangsamt, völlig zum Stillstand gekommen ist sie allerdings nicht. Im Zeitraum vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2009 ist ein Rückgang von 129,1 Hektar pro Tag auf 93,9 Hektar pro Tag zu verzeichnen (Abb. 1, gleitende 4-Jahresmittelwerte).

Im Krisenjahr 2009 wurde sogar kurzzeitig die Marke von 80 Hektar pro Tag unterschritten, die das Umweltbundesamt (UBA) in seiner Strategie zum Flächensparen als Zwischenziel für das Jahr 2010 postuliert hatte (UBA 2003, 113). Allerdings dürfte mit der Erholung der Baukonjunktur die FIA wieder an Fahrt gewinnen.

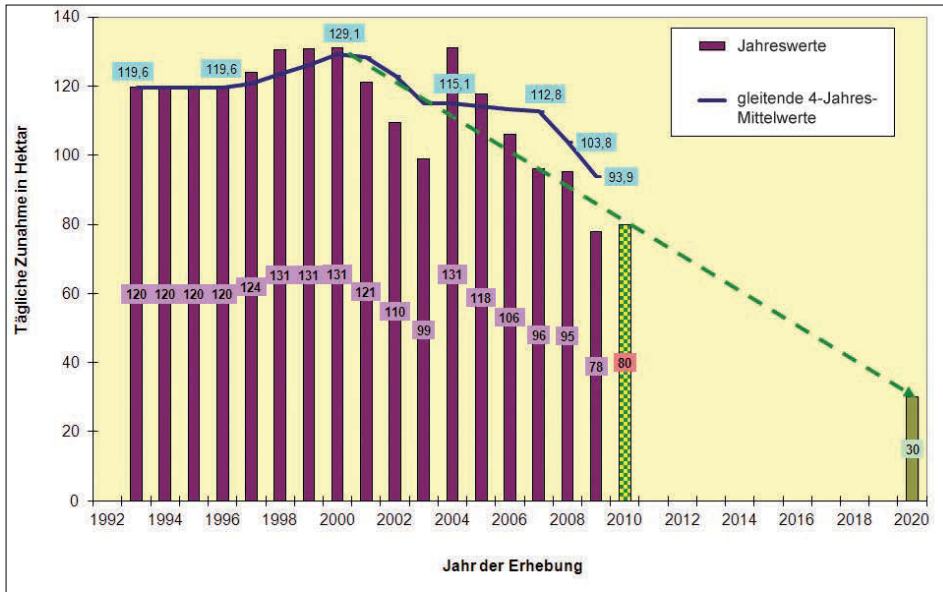


Abb. 1: Täglicher Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland (gleitende 4-Jahresmittelwerte und Jahreswerte) (Quelle: Destatis 2010)

## 2 Vergleich der Flächenneuinanspruchnahme mit Fernerkundungsdaten

Die amtliche Flächenstatistik des Statistischen Bundesamtes (Destatis 2001 und 2007) beruht auf Angaben zur Grundstücksnutzung aus den Liegenschaftskatastern. Es stellt sich allerdings immer wieder die Frage, inwieweit diese Angaben aktuell sind und die tatsächliche Nutzung der Grundstücke zutreffend widerspiegeln.

Daher bietet sich ein Vergleich an mit den Fernerkundungsdaten von CORINE Land Cover (EEA 2011), die die Bodennutzung europaweit einheitlich erfassen. Baugebiete, Infrastrukturen, Land- und Forstwirtschaftsflächen sowie naturbelassene Flächen werden in Kategorien klassifiziert. Im Hinblick auf die Datengenauigkeit gibt es allerdings die Einschränkung, dass in der Regel nur solche Nutzungen registriert werden, die eine Fläche von mindestens 25 Hektar erreichen. Linienhafte Infrastrukturen werden deshalb in der Regel nicht erfasst, weil sie zu schmal für die betrachteten Rasterfelder sind. Auch Grünflächen werden nur teilweise erfasst, weil sie oft nicht von anderen naturnahen Flächen zu unterscheiden sind.

Mit diesen Einschränkungen wird mit beiden Erhebungen der Umfang der intensiv genutzten Flächen (Siedlungen, flächenhafte Infrastrukturen, Tagebaue) in einer ähnlichen Größenordnung bestimmt. CORINE findet für das Jahr 2000 rund 2,9 Millionen Hektar, Destatis rund 3,1 Millionen Hektar (Abb. 2, gepunktete Linie).



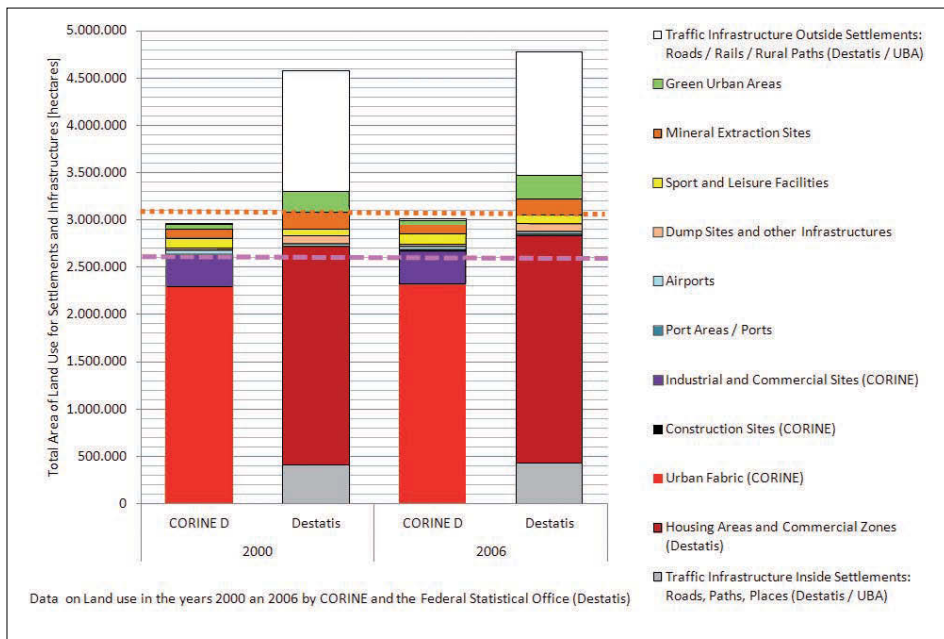


Abb. 2: Flächennutzung in Deutschland 2000 und 2006 im Vergleich  
(Quelle: CORINE Land Cover, Destatis, UBA 2011)

Gute Übereinstimmung gibt es auch für bebaute Gebiete (Abb. 2, gestrichelte Linie). Da bei CORINE die gemischten Siedlungsflächen („Urban fabric“, rot) sowie die Industrie- und Gewerbeflächen (lila) auch Erschließungsstraßen umfassen, wurde – um einen Vergleich mit den Daten nach Destatis zu ermöglichen – den Gebäude- und Freiflächen (braun) ein typisches<sup>1</sup> Erschließungsstraßennetz (grau) zugeschlagen.

Abbauland und sonstige Betriebsflächen (z. B. Deponien) fallen hingegen bei Destatis wesentlich größer aus, weil die gesamte zum jeweiligen Betrieb dazugehörige Grundstücksfläche erfasst wird, während CORINE nur die Fläche der tatsächlichen Abgrabung oder Aufschüttung registriert. Schließlich weist Destatis erwartungsgemäß erheblich größere Verkehrsflächen<sup>2</sup> aus als CORINE, was darauf zurückzuführen ist, dass CORINE lineare Infrastrukturen ignoriert.

Insgesamt lässt sich jedoch feststellen, dass im Jahr 2000 für flächige Nutzungen die Übereinstimmung zwischen der Flächenstatistik und CORINE Land Cover in Anbetracht der unterschiedlichen Methodik überraschend gut ist.

Allerdings verschlechtert sich die Übereinstimmung im Jahr 2006 deutlich (Abb. 2). In den Jahren von 2000 und 2006 ist der Netto-Zuwachs der Siedlungsflächen und flächigen

<sup>1</sup> Typische Werte für Erschließungsstraßen: Ergebnisse des F+E-Vorhabens „BASIS II“ für Wohngebiete (Öko-Institut 2004, 104) und daran angelehnte UBA-Schätzungen für Gewerbegebiete.

<sup>2</sup> Die Erschließungsstraßen wurden hier aus den Verkehrsflächen heraus gerechnet.

gen Infrastrukturen (ohne Erholungsflächen) nach Destatis fast dreimal so hoch, wie der Zuwachs, den CORINE registriert (Abb. 3).

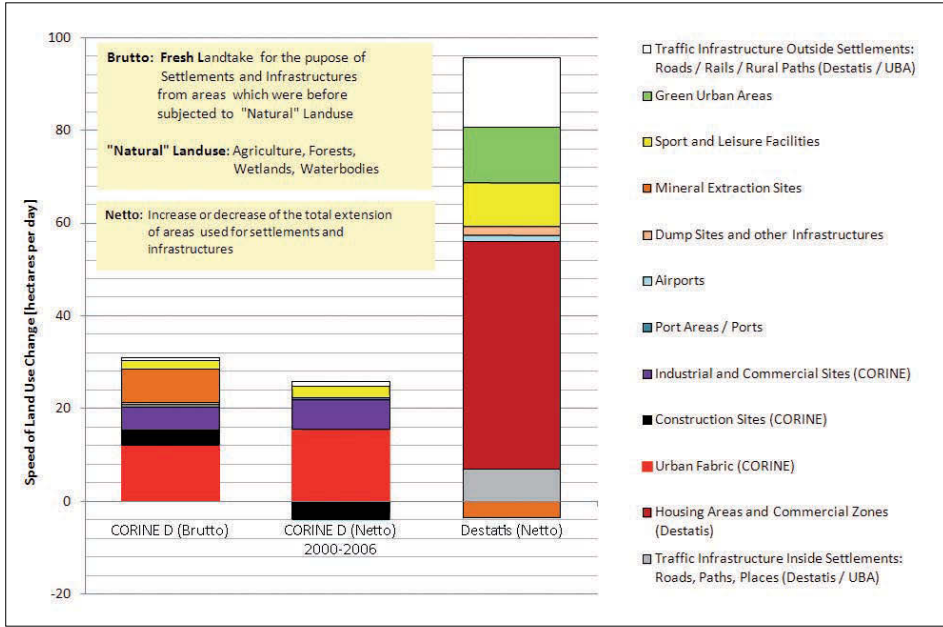


Abb. 3: Veränderung der Flächennutzung in Deutschland 2000-2006  
(Quelle: CORINE Land Cover, Destatis, UBA, 2011)

Dieses zunächst verblüffende Ergebnis hat seinen Grund in der Auswertemethodik von CORINE Land Cover. Obwohl heutzutage in Satellitenbildern die Flächennutzungen schon sehr kleinteilig zu erkennen sind, werden im Rahmen von CORINE die Auswerter der Bilder immer noch angewiesen, alle Nutzungsänderungen auf Flächen mit weniger als 5 Hektar Ausdehnung zu ignorieren. Ein neues Wohngebiet wird somit erst dann registriert, wenn es mindestens 50 Bauplätze (à 1000 m<sup>2</sup>) aufweist. Konsequenterweise bedeutet das, dass die Diskrepanzen zwischen den Ergebnissen von CORINE und Destatis in Zukunft immer größer ausfallen werden, wenn die Erfassungsmethodik von CORINE nicht geändert wird.

Im Übrigen zeigen die von CORINE erkannten Brutto-Nutzungsänderungen qualitativ, dass die frische Umwandlung von Außenbereichsflächen vor allem zugunsten von Baustellen, vollendeten Bauflächen (Urban Fabric) und Gewerbe-/Industrieflächen sowie von Rohstoffabbau im Tagebau erfolgt (Abb. 3). Daneben bestätigt CORINE qualitativ die Befunde der Baufertigstellungsstatistik (Destatis 2010), dass sich das Neubaugeschehen zwischen 2000 und 2006 verlangsamt hat: Der Netto-Flächenzuwachs der Baustellen (= Neubaugebiete) fällt negativ aus.

Vollendete Bau- und Gewerbeflächen weisen nach CORINE auch einen Netto-Zuwachs auf, während die Ausdehnung der Tagebauflächen in der Gesamtbilanz konstant bleibt. Das heißt, im selben Maße, wie Abbauland neu hinzukommt, wird an anderer Stelle Abbauland rekultiviert oder geflutet. Nach Destatis nehmen die Tagebauflächen in der Gesamtbilanz hingegen ab, was in diesem Zeitraum mit der großflächigen Entwidmung von ehemaligen Tagebaugrundstücken in Ostdeutschland nach Abschluss der Rekultivierungsarbeiten erklärt werden kann – ein Verwaltungsakt der sich allerdings physikalischer Beobachtung entzieht.

### 3 Flächenneuanspruchnahme und Rohstoffverbrauch

Die FIA für SuV sowie die Bebauung und Versiegelung von Böden geht mit beachtlichen Materialströmen einher. Baumineralien (Sand, Kies, Kalk etc.) sind für etwa 50 % der inländischen Rohstoffentnahme verantwortlich. Laut Statistischem Bundesamt (Destatis 2009) und Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR 2009, 86) wurden im Jahr 2008 rund 552 Millionen Tonnen mineralische Baurohstoffe der Natur entnommen. Nach Berechnung des BGR entspricht diese Rohstoffentnahme einer Tagebaufläche von 14,2 km<sup>2</sup> oder einer FIA von 3,9 Hektar pro Tag.

Unter Berücksichtigung der Im- und Exporte von mineralischen Baurohstoffen und -produkten hatte die inländische Bauwirtschaft im Jahr 2008 einen Input von 528 Millionen Tonnen. Während sich aus der Baustoffstatistik zwar ablesen lässt, wie viel Material eingesetzt wurde, ist die Frage, wo das Material geblieben ist und wofür es verwendet wurde, schwieriger zu beantworten.

Den derzeitigen Wissensstand über Entnahme, Verwendung und Verbleib mineralischer Rohstoffe zeigt Abbildung 4 als Zusammenschau der Ergebnisse zweier Forschungsvorhaben im Auftrag des UBA (WI 2011; IÖR 2010), ergänzt um eigene Berechnungen. Versucht man den Rohstoffinput mit den Aktivitäten der Bauwirtschaft zu korrelieren, so findet man als beste Kurvenanpassung drei Komponenten:

- **Erstens** einen konstanten Materialaufwand zur **Instandhaltung von Infrastrukturen** in einer Größenordnung von 100 Millionen Tonnen pro Jahr, von denen WI etwa 80 Millionen Tonnen durch eine Bottom-Up-Rechnung nachvollziehen kann (unterste braune Fläche). 20 Millionen Tonnen bleiben unerklärt (unterste gelbe Fläche).
- **Zweitens** einen zeitlich mit dem Investitionsvolumen der öffentlichen Hand schwankenden Materialaufwand für den **Ausbau überörtlicher Infrastrukturen** in einer Größenordnung von weiteren 100 Millionen Tonnen im Jahr 2008, von denen WI etwa 14 Millionen Tonnen nachvollziehen konnte. Da dabei zwar Autobahnen, aber keine Bundes-, Landes- und Kreisstraßen einbezogen wurden, hat UBA für diese Infrastrukturen eine Schätzung ergänzt (18 Mio. Tonnen). Somit bleibt eine unerklärte Lücke in einer Größenordnung von 58 Millionen Tonnen (mittlere gelbe Fläche).

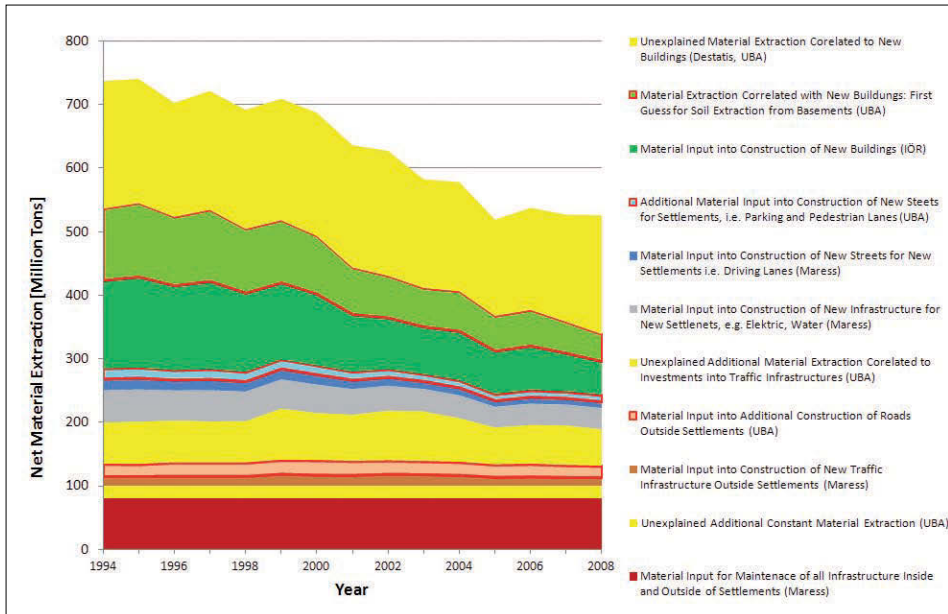


Abb. 4: Input mineralischer Rohstoffe und ihre Verwendung in Deutschland von 1994 bis 2008 (Quelle: Destatis, WI, IÖR, UBA, 2011)

- **Drittens** einen zeitlich mit dem Hochbau-Volumen schwankenden Materialaufwand. Dieser wird durch den Materialinput für neue Gebäude sowie die **Erschließung neuer Baugebiete und Grundstücke** nur lückenhaft erklärt. Von den 350 Millionen Tonnen Materialinput, die in irgendeiner Weise mit dem Hochbau zusammenzuhängen scheinen, können durch die Ergebnisse von WI für den Neubau der Fahrbahnen von Erschließungsstraßen sowie der Versorgungsleitungen nur 45 Millionen Tonnen erklärt werden (graue und blaue Flächen). UBA hat dies um eine Schätzung für die Nebenflächen der Erschließungsstraßen ergänzt (10 Millionen Tonnen). Berechnungen auf der Basis der Daten des IÖR können ebenfalls nur einen kleinen Teil, nämlich 52 Millionen Tonnen für die Bausubstanz neuer Gebäude (dunkelgrüne Fläche), erklären. UBA hat dies um eine Schätzung ergänzt, welche Materialextraktion sich durch den Bodenaushub für die Keller der Neubauten erklären ließe (43 Millionen Tonnen, hellgrüne Fläche). Damit soll aber nicht behauptet werden, dass der Bodenaushub für Keller überhaupt in dieser Statistik eine Rolle spielt und falls ja, dann wäre immer noch zu klären, wo er am Ende verbleibt.

Insgesamt bleibt hier ein enormer Materialinput von mindestens 200 Millionen Tonnen ungeklärt, weshalb es Aufgabe künftiger Forschung wäre, herauszufinden, ob die Materialverwendung tatsächlich mit dem Hochbau zusammenhängt oder ob es sich um eine zufällige Korrelation handelt und wofür dieses Material tatsächlich verwendet wurde.

Um ein vollständiges Bild zu erhalten, wären zudem noch die Stoffflüsse der Recycling-Materialien und Bauabfälle konsistent einzufügen.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Trotz stagnierender Bevölkerung und Wirtschaftskrise ist die Flächenneuanspruchnahme durch Siedlungen und Verkehr immer noch nicht zum Stillstand gekommen. Die fortwährende Bautätigkeit führt zu einem hohen Materialinput in die Technosphäre, und im Gegenzug durchlöchert der Tagebau die Landschaft.

Während zunehmend Siedlungsflächen brach fallen, nehmen Nutzungskonkurrenzen in den Freiräumen weiter zu. Der Ausbau der erneuerbaren Energien sowie die Ausweitung der Netzinfrastruktur werden künftig in verschärfte Konkurrenz treten zu Erholungsnutzung und Schutz der Biologischen Vielfalt einerseits und zum verstärkten Abbau von fossilen Energieträgern und Metallerzen andererseits.

Die Flächenansprüche für die Umstellung der Stromversorgung auf 100 % erneuerbare Energien werden aber nicht ins Unermessliche wachsen. Berechnungen des UBA ergeben einen Flächenbedarf für Windparks an Land (inklusive Abstandsflächen) von 1 % der Gesamtfläche Deutschlands. Anbaubiomasse wird nach Auffassung des UBA überhaupt **nicht** benötigt, und die erforderlichen Photovoltaik-Anlagen können auf Dächern ausreichend Platz finden. Das nutzbare Dachflächen-Potenzial liegt überschlägig bei 6 % der Gebäude- und Freiflächen.

Dennoch wird der Umbau unseres Energiesystems nicht konfliktfrei vorstattengehen, weshalb es künftig noch wichtiger werden wird, Flächen effizient, schonend und in geschickter räumlicher Anordnung zueinander zu nutzen. Planung tut not.

## 5 Literatur

BGR (2009): Rohstoffwirtschaftliche Länderstudien. Heft XXXVIII. Rohstoffsituation in Deutschland 2008.

Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.

Destatis (diverse Jahre): Amtliche Statistiken (jährlich und lange Reihen) sowie Daten der UGR zur Flächennutzung, Fertigstellung von Gebäuden und Entnahme von verwerteten Rohstoffen. Eigene Auswertungen.

EEA (2011): CORINE Land Cover: Land accounts data viewer 2000-2006. Onlinedokument: <http://dataservice.eea.europa.eu/PivotApp/pivot.aspx?pivotid=501> (Zugriff 01.09.2011).

IÖR (2010): Ermittlung von Ressourcenschonungspotenzialen bei der Verwertung von Bauabfällen und Erarbeitung von Empfehlungen zu deren Nutzung. UBA-Texte

- 56/10. Schiller, Georg et al.: Onlinedokument: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4040.pdf> (Zugriff 01.09.2011).
- ÖKO-Institut (2004): Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland. UBA-Texte 01/04. Bucher, Matthias et al.: Onlinedokument: [www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2600.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2600.pdf) (Zugriff 01.09.2011).
- UBA (2003): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlungen und Verkehr – Materialienband. UBA Texte 90/03.: Onlinedokument: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2587.pdf> (Zugriff 01.09.2011).
- WI (2011): Materialbestand und Materialflüsse in Infrastrukturen. MaRess-Projekt im Auftrag des Umweltbundesamtes. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. Steger, Sören et al. (im Erscheinen).

# Flächenverbrauch und Landschaftszersiedelung – Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich?

Stefan Fina

## Zusammenfassung

Der Flächenverbrauch für Siedlungs- und Verkehrsflächen in Deutschland war in den letzten Jahren leicht rückläufig. Mit den Zahlen, die diese Tendenz belegen, entbrennt eine neue Debatte über die Zeigerwirkung der zugrunde liegenden Datengrundlagen. Sind die beobachtbaren Trends der Beleg für erfolgreiche Flächenpolitik? Oder sind die Rückgangsraten lediglich Ausdruck einer leichten Dämpfung, die von Megatrends wie dem demografischen Wandel und konjunkturellen Schwankungen überlagert und gesteuert werden? Bei der Einordnung dieser Fragestellungen ist es hilfreich, die in Deutschland beobachtbaren Tendenzen den internationalen Trends gegenüber zu stellen. Dabei sind nicht nur die reinen Flächenverbrauchsraten von Interesse, sondern auch lagebezogene Parameter, die ihren Ausdruck in Indikatoren zur Landschaftszersiedelung finden. Im vorliegenden Beitrag werden ausgewählte Kennziffern zur Siedlungsentwicklung vorgestellt. Im Ergebnis zeigt sich, dass Deutschland im Jahr 2006 das am fünfstärksten verstädterte und versiegelte Land der Europäischen Union war, wobei die Bevölkerungsdichte im Mittelfeld der EU-Länder liegt. Wie in den meisten westeuropäischen Ländern war auch in Deutschland die Flächenverbrauchsraten rückläufig, in den osteuropäischen Ländern war dagegen ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Ein direkter Zusammenhang zwischen Flächenverbrauch und Bevölkerungsentwicklung bzw. Wirtschaftsdynamik ist auf Länderebene nicht nachweisbar. Bei den Verbrauchsraten von ökologisch und land- bzw. forstwirtschaftlich wertvollen Flächen liegt man im Mittelfeld des Ländervergleichs. Dagegen ist Deutschland bei den Indikatoren zur Landschaftszersiedelung in der Gruppe der Spitzenreiter. Die Konzentration von neuen Siedlungsflächen ist aufgrund der flächendeckenden Zuwächse eher gering. Auch wenn die einzelnen Flächen vergleichsweise gut in den Siedlungsbestand integriert werden, führt dies letztlich zu einer stärkeren Fragmentierung des ohnehin schon stark zersiedelten Freiraums.

## 1 Einführung

Die Nachhaltigkeit der Siedlungsentwicklung wird auf bundesdeutscher Ebene vor allem mit der Messgröße „Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ in Hektar pro Tag bewertet. Das Nachhaltigkeitsziel „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme“ auf 30 Hektar pro Tag orientiert sich an dieser Messgröße. Waren bis 2007 noch konstant über 100 Hektar gemessen worden, sind die Zahlen der letzten Jahre deutlich niedriger, und die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels liegt zumindest im Rahmen des Möglichen (Dis-

telkamp et al. 2011; Statistisches Bundesamt 2010; Umweltbundesamt 2004). Fraglich ist allerdings, inwiefern dieser Rückgang im Flächenverbrauch auf globale Trends zurückzuführen ist, oder als Ergebnis oder gar Erfolg einer gezielten Flächenpolitik gewertet werden kann. Gleichzeitig setzt sich die Erkenntnis durch, dass die Datengrundlagen für die Erfassung der Siedlungs- und Verkehrsflächen im Zeitverlauf Konsistenzmängel aufweisen und der Flächenverbrauch in der Vergangenheit deshalb unter Umständen überschätzt wurde (Siedentop, Fina 2010; Dosch 2008).

Darüber hinaus wird in zunehmendem Masse eingefordert, die rein quantitative Bewertung des Flächenverbrauchs durch Informationen zur Vornutzung und Indikatoren zur Landschaftszersiedelung zu ergänzen. Dies hat insbesondere den Hintergrund, dass belastende Siedlungsstrukturen völlig unterschiedliche Entwicklungspfade nehmen können und auf verschiedenartig vorgeprägte Freiraumstrukturen treffen (vgl. Abb. 1). Messgrößen zur Bewertung nachhaltiger Entwicklung sollten demnach in der Lage sein, den Zustand und die Entwicklung von Siedlungsformen im Hinblick auf verschiedene Wirkkomplexe (z. B. Ressourceneffizienz, Verlust landwirtschaftlicher Produktionsflächen) hin zu unterscheiden – falls notwendig auch mit unterschiedlichen Indikatoren (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 2007; Kaule, Siedentop 2010; Siedentop et al. 2007).

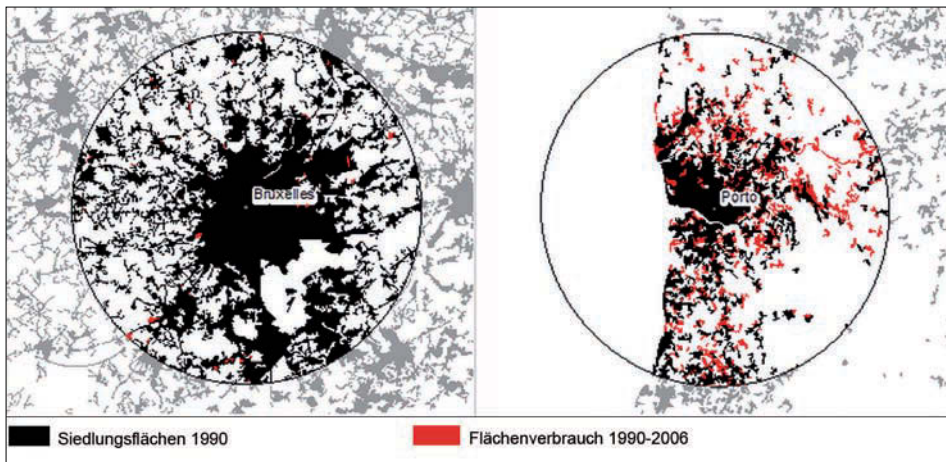


Abb. 1: Fragmentierter Freiraum (Brüssel, links) und Zersiedelungstendenzen (Porto, rechts); 20-km Radien (Datenquelle: CORINE Land Cover, Eurostat)

Die Entwicklung geeigneter Kennzahlen steckt allerdings noch in den Anfängen. Dies liegt zum einen daran, dass die dafür benötigten raumbezogenen Daten für großflächige Analysen nur unter großem Aufwand verfügbar gemacht und informationstechnisch verarbeitet werden können. Zum anderen sind digital verwertbare Geodaten von amtlicher Seite in den seltensten Fällen für verschiedene Zeitstände erhältlich. Da dies



jedoch Voraussetzung für eine Vielzahl von Anwendungen im Umweltmonitoring ist, wird von Seiten der Europäischen Union mithilfe von Fernerkundungsdaten seit 1990 ein Datensatz zur Landbedeckung und zur Erfassung von Landnutzungsänderungen erstellt (CORINE Land Cover). Seit 2010 sind nun mit dem Release der letzten Erfassung von 2006 erstmals homogene Datengrundlagen verfügbar, die eine Bilanzierung und Trendanalyse der Siedlungsentwicklung und Landschaftszersiedelung in den Ländern der Europäischen Union ermöglichen (Keil et al. 2010; European Environment Agency 2010). Im Folgenden werden die Ergebnisse der Implementierung ausgewählter Indikatoren auf dieser, aber auch ergänzender Datengrundlagen vorgestellt und die Entwicklung der bundesdeutschen Werte im Vergleich zu anderen Ländern der Europäischen Union diskutiert.

## 2 Siedlungsstruktur und Flächenverbrauch

Abbildung 2 zeigt zunächst den Anteil der Siedlungsfläche an der Gesamtfläche eines Landes. Diese Informationen basieren auf den Auswertungen der CORINE-Erfassung 2006. Da Flächen kleiner als 25 Hektar in der CORINE-Erfassungsmethodik in der umgebenden Nutzung aufgehen, sind kleinere Ortschaften und Weiler nicht berücksichtigt (Einig et al. 2009; Meinel et al. 2007).

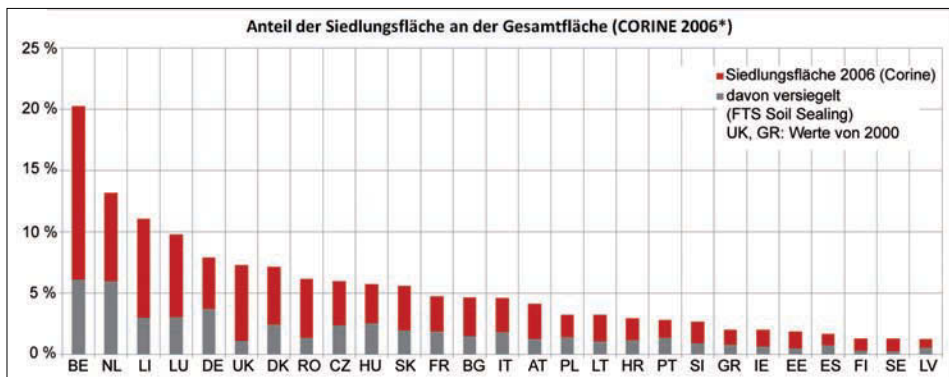


Abb. 2: Anteil der Siedlungsfläche an der Gesamtfläche europäischer Länder und der davon versiegelte Teil  
(Quelle: CORINE 2006 und FTS Soil Sealing Layer 2009; European Environment Agency)

Zusätzlich wurde für die Siedlungsflächen der Versiegelungsgrad aus den Daten des FTS Soil Sealing Projektes der Europäischen Union berechnet (grauer Balkenanteil in Abb. 2, vgl. Khabaka, Lucera 2010). Dieser ist insbesondere für Umweltwirkungen wie Oberflächenabfluss oder Hitzeinseleffekte von Bedeutung. Deutschland hat in der Übersicht zwar nur den fünftgrößten Siedlungsflächenanteil, dieser ist aber (neben Portugal) am stärksten versiegelt: Deutsche Siedlungsflächen beinhalten also vergleichsweise wenige Grünflächen. Zum einen bedeutet dies, dass im Mittel eine höhere Vulnerabilität gegen-

über den oben genannten Umweltwirkungen gegeben ist, zum anderen dürfte damit auch die Konzentration urbaner Funktionen höher sein – ein Aspekt, der auf eine vergleichsweise effiziente Nutzung von Siedlungsflächen mit bebauten Strukturen hinweist. Stellt man diese Ergebnisse allerdings der Siedlungsdichte gegenüber – einem Indikator für die einwohnerbezogene Nutzungseffizienz von Siedlungsflächen (Tsai 2005; Ewing et al. 2002) – so liegt Deutschland (45 Einwohner pro Hektar), trotz des hohen Versiegelungsgrades, noch hinter den Spitzenreitern Italien, Spanien, Rumänien und den Niederlanden (Werte deutlich über 50 Einwohner pro Hektar)<sup>1</sup>. Die höchsten Versiegelungsraten gehen also nicht zwangsläufig mit den höchsten Siedlungsdichten einher.

In puncto Flächenverbrauch dominieren in der länderweiten Zusammenfassung die Zuwachsraten in den von der Finanzkrise am stärksten betroffenen Ländern (Spanien, Portugal, Irland, Griechenland). Abbildung 3 zeigt die Dimension dieses im Vergleich zu anderen Ländern exorbitanten Flächenverbrauchs in Form eines Kartogramms, bei dem die Flächengröße eines Landes mit dem absoluten Zuwachs (links) bzw. dem Flächenverbrauch pro Einwohner (rechts) skaliert wird.

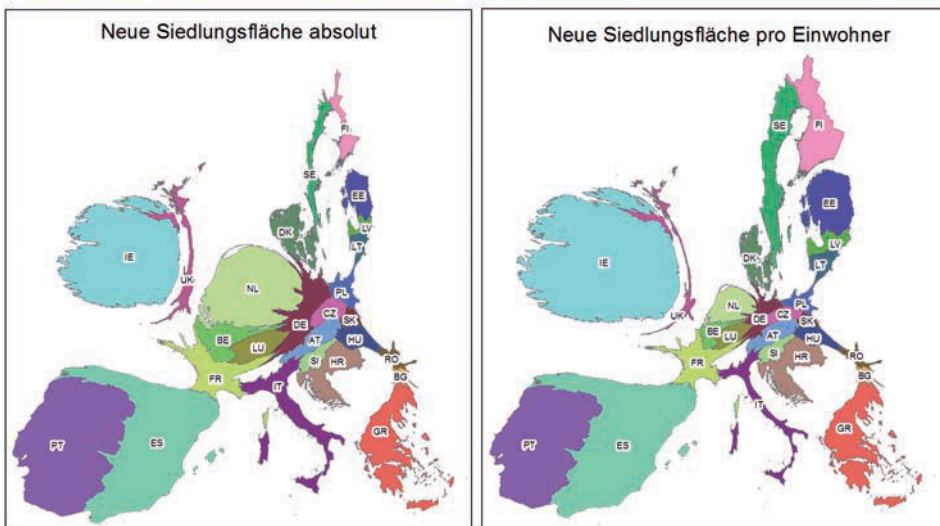


Abb. 3: Kartographische Anamorphosen des Siedlungsflächenzuwachses 1990 bis 2006 in den Ländern der Europäischen Union  
(Quelle: CORINE 1990 bis 2006, European Environment Agency; Daten für UK und GR sind von 2000 bis 2006 mit den Flächenverbrauchsdaten 1990 bis 2000 interpoliert)

Der Unterschied zwischen den Darstellungen wird am Beispiel der Niederlande (oder Italiens) deutlich, deren absoluter Flächenverbrauch sich bei der Normierung auf die

<sup>1</sup> Die Siedlungsdichte wurde für den europaweiten Vergleich aus den Datengrundlage des Population Density Grid 2001 (European Environment Agency bzw. EUROSTAT, vgl. Gallego 2010) und des FTS Soil Sealing Layers (European Environment Agency) berechnet und definiert sich als Einwohner pro Hektar versiegelter Fläche.

Einwohnerzahl relativiert. Umgekehrt verhält es sich bei den dünn besiedelten Ländern des Baltikums (Estland, Litauen, Lettland) und in Finnland, deren Flächenverbrauch pro Einwohner relativ hoch war.

Mit den CORINE-Daten von 2006 lässt sich auf europäischer Ebene zum ersten Mal auswerten, wie sich der Flächenverbrauch im Zeitverlauf entwickelt hat. Dafür werden die mittleren Flächenverbrauchsdaten von 1990 bis 2000 mit denen von 2000 bis 2006 verglichen, unter Berücksichtigung der Aufnahmedaten der Satellitenszenen, die für CORINE verwendet werden. Die linke Karte in Abbildung 4 zeigt das fortschreitende Wachstum entlang der iberischen und irischen Küste, ebenso in weiten Teilen Frankreichs, Norditaliens, aber auch in Dänemark. In Osteuropa ist eine regionale Konzentration höherer Wachstumsraten in Tschechien und dem westlichen Ungarn zu erkennen und um die größeren Städte und Verkehrsachsen in Polen und Rumänien. In Deutschland sind höhere Raten in räumlichen Clustern in Hessen und Bayern zu erkennen: In der höheren Auflösung der rechten Karte werden die regionalen Konzentrationen noch deutlicher: Vor allem die westdeutschen Bundesländer haben weitflächigen Zuwachs, neben Bayern und Hessen sind die Raten auch in den westlichen Lagen Nordrhein-Westfalens, im Saarland und teilweise auch in Niedersachsen und Schleswig-Holstein noch höher als in den 1990er Jahren.

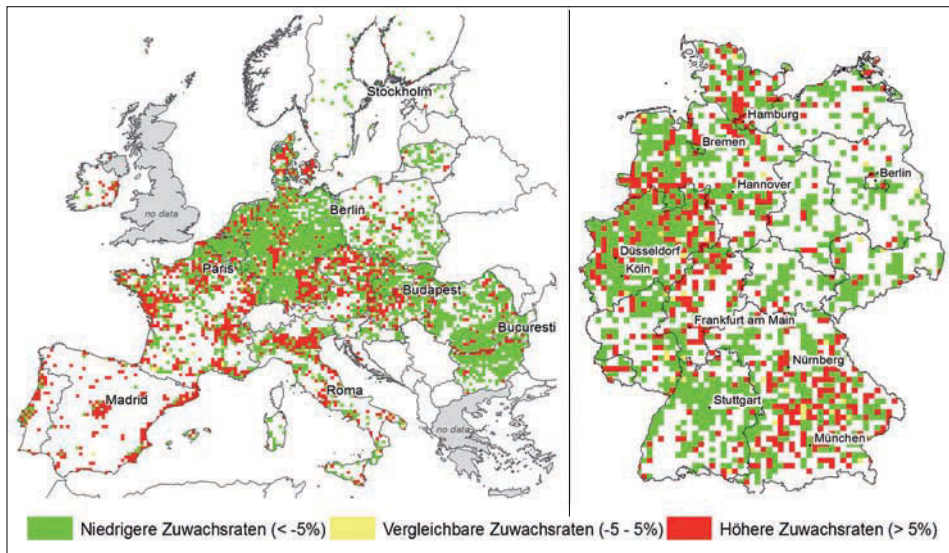


Abb. 4: Trends im Flächenverbrauch zwischen den 1990er Jahren und den Jahren 2000 bis 2006 für die Länder der Europäischen Union (links, 20 x 20 km Zellen; Daten für UK und GR nicht verfügbar) und höher aufgelöst für Deutschland (rechts, 10 x 10 km) (Quelle: CORINE 1990-2006, European Environment Agency)

Summiert man die Flächenverbrauchsdaten für die Länder, so zeigen sich im Mittel – trotz aller regionalen Unterschiede, die in Abbildung 4 deutlich werden – für die westeuropäi-

schen Länder rückläufige Flächenverbrauchsdaten. Die osteuropäischen Länder haben insgesamt leicht steigende Verbrauchsdaten, allerdings räumlich stark konzentriert.

Aus qualitativer Sicht wird der Flächenverbrauch erst zielgerichtet bewertbar, wenn Informationen zur Vornutzung umgewandelter Flächen vorliegen. Abbildung 5 zeigt hierzu den Bestandsverlust an hochwertigem Ackerland, an ökologisch als sensibel einzustufenden Flächen und an Wäldern. Aufbereitet wurden diese Bilanzierungen aus der Verschneidung von Bodenatlas (Klasse „no limits to agricultural use“ der *European Soil Database*<sup>2</sup>), Natura 2000-Flächen und den CORINE-Waldklassen der Europäischen Union (CLC-Code 311, 312, 313). Im Ergebnis zeigt sich, dass der Schutzstatus produktiver landwirtschaftlicher Nutzflächen durchgehend niedriger ist als für Natura 2000-Flächen oder Wälder. Deutschland liegt in allen Kategorien auf Rang 7 im europaweiten Vergleich. Sicherlich ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse die Verfügbarkeit der entsprechenden Ressource widerspiegeln. So sind zum Beispiel in Lettland oder Litauen in hohem Masse fruchtbare Böden verloren gegangen – in den vorher beim Flächenverbrauch auffälligen Ländern (Portugal, Spanien, Niederlande) dagegen sind derartige Böden kaum vorhanden und schlagen deshalb nur in geringem Masse zu Buche.

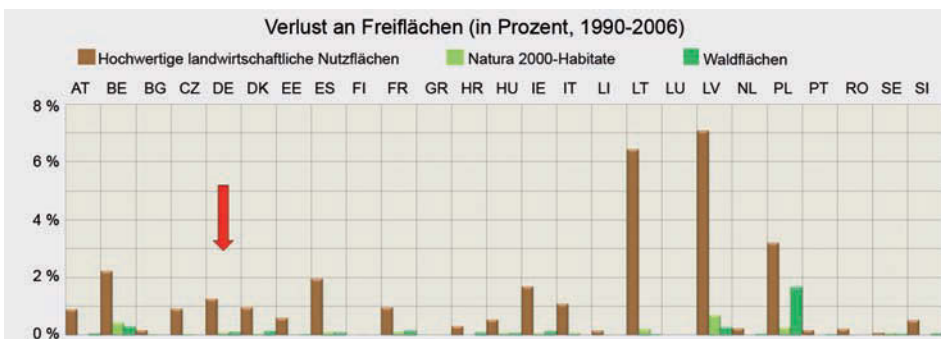


Abb. 5: Verlustbilanz an landwirtschaftlich hochwertigen Böden, ökologisch sensiblen Flächen und Wäldern (in Prozent des Bestandes, 1990-2006)

(Quelle: CORINE 1990-2006 und NATURA 2000-Flächen, Stand 2010, von der European Environment Agency; JRC Soil Database, Stand 2006, vom European Soil Database Center)

### 3 Landschaftszersiedelung

Die Berechnung von Kennziffern zur Landschaftszersiedelung beruht auf komplexen Verschneidungsroutinen in Geoinformationssystemen, die eine siedlungsstrukturelle Bewertung des verfügbaren Freiraums eines Zeitstandes sowie des verlorenen Freiraums zwischen zwei Bezugsjahren ermöglicht. Abbildung 6 zeigt einen distanzgewichteten Zerschneidungsindikator<sup>3</sup>, der die Wertigkeit des Freiraums mit zunehmendem Abstand

<sup>2</sup> <http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/>, download am 22.10.2010

<sup>3</sup> Landschaftszerschneidung wird hier als ein, aber nicht als einziger Aspekt der Zersiedelung verstanden. Für eine genaue Abgrenzung der Begriffe siehe Jäger und Bertiller 2006.

von der nächstgelegenen Straße gewichtet. Dabei entsteht eine sogenannte Pseudotopographie des Freiraums in Form des „Roadless Volumes“ (nach Watts et al. 2007), das für kompaktere Habitate höhere Volumenwerte erzielt und damit zum Beispiel das Durchmischungs- und Diversifizierungspotenzial für Flora und Fauna abbildet (siehe den schematischen Vergleich aus Watts et al. 2007, 736, in Abb. 6). Das auf 20 x 20 km Zellen bezogene Ergebnis verdeutlicht, dass insbesondere die dicht besiedelten Benelux-Länder, aber auch England, West- und Süd-Deutschland stark zerschnitten sind.

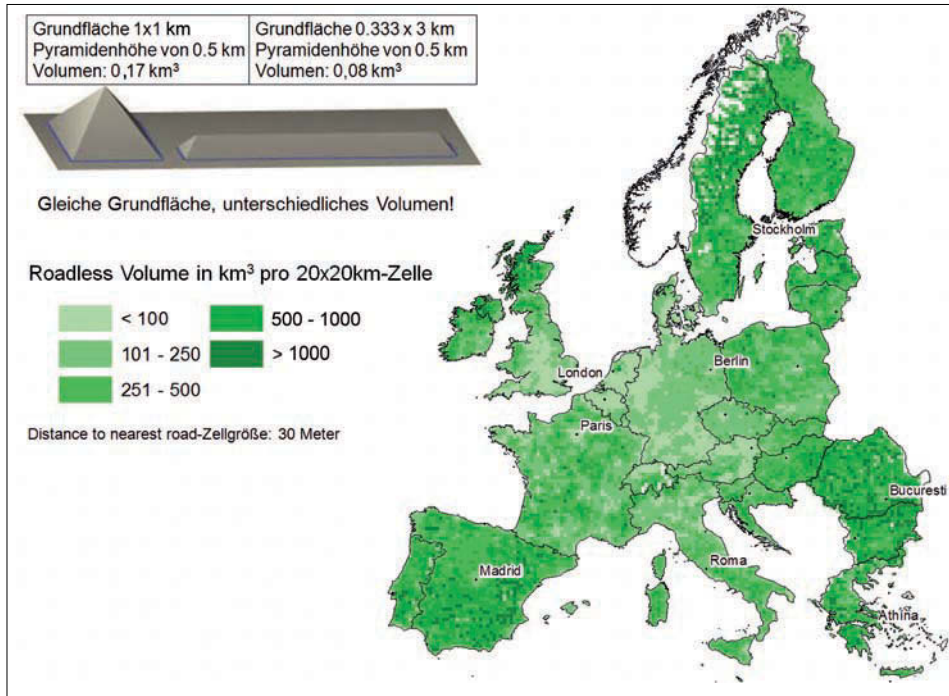


Abb. 6: Landschaftszerschneidung in Europa (Roadless Volume nach Watts et al. 2007)  
(Quelle: OpenStreetMap-Straßennetz<sup>4</sup> ohne „tracks“ und „paths“, Download von geofabrik.de, Februar 2011)

Bilanziert man ähnliche Maßzahlen wie den „effektiven Freiraumanteil“ für zwei Zeitstände (Ackermann, Schweiger 2008; Schweppe-Kraft 2007), so zeigt sich – wenig überraschend – ein hoher Verlust an Freiraum in den Ländern mit dem höchsten Flächenverbrauch (Niederlande, Portugal, Spanien). Bemerkenswert ist dagegen, dass bereits stark zerschnittene Länder wie Belgien, aber auch Deutschland, hier Spitzenreiterpositionen einnehmen, obwohl die Flächenverbrauchsraten im Mittel rückläufig waren (Abb. 7). Zu erklären ist dies dadurch, dass bei den Freiraumindikatoren jede zusätzliche

<sup>4</sup> Die Ergebnisse beruhen auf Auswertungen von OpenStreetMap-Daten, die eventuell verschiedene regionale Erfassungstiefen aufweisen. Die Umsetzung des Roadless Volume stellt diesbezüglich eine Implementierung dar, die aus Sicht des Autors im europaweiten Vergleich plausible Ergebnisse liefert, aber keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit erhebt.

Zerschneidung überproportional stark anschlägt, insbesondere in Regionen, die bereits stark zersiedelt sind und großräumig – wenn auch in geringem Maße – Zuwächse zu verzeichnen hatten.

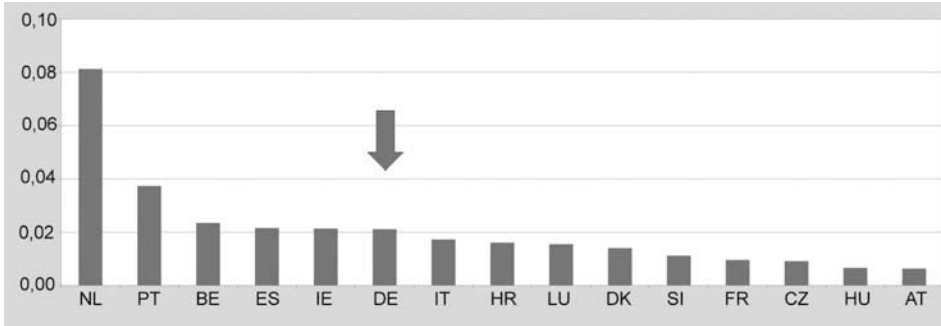


Abb. 7: Dynamik der Landschaftszersiedelung in den Ländern der Europäischen Union, berechnet über eine Bilanzierung der „Effektiven Freiraumfläche“ (Ackermann und Schweiger, 2009) für die Jahre 1990 und 2006 (UK und GR: 1990 und 2000)  
(Quelle: CORINE 1990 bis 2006, European Environment Agency)

Für Deutschland lässt sich der Effekt der flächenhaften Zuwachsraten über die Spitzenposition im Länderranking beim Gini-Index belegen. Dieser Indikator drückt das Maß der Gleichverteilung neuer Siedlungsflächen über die Landesfläche aus und findet zunehmend auch in den Raumwissenschaften Verwendung (vgl. z. B. Massey, Denton 1988). Auch wenn über eine Analyse der Integration dieser Siedlungserweiterungen festgestellt wurde, dass diese besser in den Siedlungsbestand integriert sind als in anderen europäischen Ländern („Openness-Index“) und deshalb vorhandene Infrastrukturen vergleichsweise effizient nutzen, so tragen sie dennoch flächendeckend zum Verlust an Freiraumqualitäten bei.

Mit den vorliegenden Indikatoren kann konstatiert werden, dass die Zersiedelung insbesondere in den stark urbanisierten Ländern Nordwest- und Mitteleuropas, aber auch in den Ländern mit hohem Flächenverbrauch als kritisch zu bewerten ist. Auch wenn in manchen Ländern mehr Wert auf die Steuerung der Siedlungsentwicklung gelegt wird (z. B. Niederlande, Deutschland), sind die dennoch zu verzeichnenden Freiraumverluste gravierender als in Ländern mit großflächig dünn besiedeltem Hinterland (z. B. Skandinavien, Baltikum). Während nämlich im Sinne der von Forman beschriebenen Phasen der Landschaftsfragmentierung die Zersiedelung in den Letzteren eher der Perforation und Inzision entsprechen, handelt es sich in vielen Regionen Nordwesteuropas bereits um ökologisch bedenkliche Verkleinerungen und teilweise sogar um die Auslöschung von Freiräumen, die auch umweltökonomisch als höchst kritisch einzustufen ist (Forman 1995; Esswein 2007, 158).

## 4 Fazit und Ausblick

Die vorliegenden Kennziffern der Siedlungsentwicklung zeigen, dass Deutschland eines der am stärksten verstäderteten und am dichtesten besiedelten Länder Europas ist. Der Siedlungsflächenzuwachs war zuletzt, wie in anderen westeuropäischen Ländern, leicht rückläufig, allerdings ausgehend von einem sehr hohen Niveau in den 1990er Jahren. Trotz dieser Tendenzen verursacht der Flächenverbrauch nach wie vor hohe Verluste an der Ressource „Fläche“, insbesondere von hochproduktiven landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Im europaweiten Vergleich ist die Zersiedelung in Deutschland weit fortgeschritten und geht trotz gut in den Siedlungsbestand integrierter Neubauflächen in hohem Masse weiter. Das liegt vor allem daran, dass die Zuwächse im Vergleich zu anderen Ländern relativ gleich verteilt sind und deshalb flächendeckend zu Buche schlagen. Siedlungsdichte und Versiegelungsgrad geben allerdings Hinweise darauf, dass die Flächen intensiver genutzt werden als in anderen europäischen Ländern.

Im Ausblick kann davon ausgegangen werden, dass Kennziffern der Siedlungsentwicklung langfristig an Bedeutung gewinnen werden. Der Einfluss von Siedlungsstrukturen auf umweltpolitische Herausforderungen wie Klimaschutz, Ressourcenverbrauch, aber auch sozialer Aspekte, wie dem demografischen Wandel, wird zunehmend erkannt, was sich im Bedarf an Informationsgrundlagen äußert. Der Vergleich verschiedener Länder ermöglicht in diesem Zusammenhang eine kritische Reflektion nationaler Entwicklungen im Lichte internationaler Trends und Steuerungskulturen. Der vorliegende Beitrag liefert hierfür erste Anhaltspunkte auf der Basis europäischer Datengrundlagen.

## 5 Literatur

- Ackermann, W.; Schweiger, M. (2008): F+E-Vorhaben Indikatoren für die nationale Strategie zur biologischen Vielfalt – Bericht zur PAG „Zersiedelungsindikator“. PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH, München.
- Distelkamp, M.; Mohr, K.; Siedentop, S.; Ulrich, P. (2011): 30-ha-Ziel realisiert – Konsequenzen des Szenarios Flächenverbrauchsreduktion auf 30 ha im Jahr 2020 für die Siedlungsentwicklung. Bundesamt für Bauwesen und Raumentwicklung. Bonn.
- Dosch, F. (2008): Siedlungsflächenentwicklung und Nutzungskonkurrenzen. TECHNIK-FOLGENABSCHÄTZUNG – Theorie und Praxis 17, S. 41-51.
- Einig, K.; Jonas, A.; Zaspel, B. (2009): Eignung von CORINE-Geodaten und Daten der Flächenerhebung zur Analyse der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung in Deutschland. Land Use Economics and Planning – Discussion Paper Series. University of Göttingen, Göttingen.
- Esswein, H. (2007): Der Landschaftszerschneidungsgrad als Indikator für Biodiversität? Treffpunkt Biologische Vielfalt 7. Karlsruhe, S. 157-164.

- European Environment Agency (2010): The European Environment – State and Outlook 2010: Land Use. European Environment Agency, Copenhagen.
- Ewing, R.; Pendall, R.; Chen, D. (2002): Measuring sprawl and its impact. Smart Growth America, Washington.
- Forman, R. T. T. (1995): Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gallego, F. J. (2010): A population density grid of the European Union. Population & Environment Volume 31, (Number 6), S. 460-473.
- Jäger, J.; Bertiller, R. (2006): Aufgaben und Grenzen von Messgrößen für die Landschaftsstruktur – das Beispiel Zersiedelung. In: Tanner, K. M.; Bürgi, M.; Coch, T. (Hrsg.): Landschaftsqualitäten. Festschrift für Prof. Dr. Klaus C. Ewald anlässlich seiner Emeritierung im Jahr 2006. Bern, Stuttgart, Wien.
- Kaule, G.; Siedentop, S. (2010): Nachhaltiges Flächenmanagement in Baden-Württemberg. Nachhaltigkeitsbeirat Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Kahabka, H.; Lucera, L. (2008): Delivery Report European Mosaic. 2006 GMES Fast Track Service Precursor on Land Monitoring. infoterra GmH, Immenstaad.
- Keil, M.; Bock, M.; Esch, T.; Metz, A.; Nieland, S.; Pfitzner, A. (2010): CORINE Land Cover Aktualisierung 2006 für Deutschland. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Wessling.
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2007): Indikatoren zur Flächeninanspruchnahme und flächensparenden Siedlungsentwicklung in Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- Massey, D. S.; Denton, N. (1988): The dimensions of residential segregation. Social Forces 67. S. 281-313.
- Meinel, G.; Schubert, I.; Siedentop, S.; Buchroithner, M. (2007): Europäische Siedlungsstrukturvergleiche auf Basis von CORINE Land Cover – Möglichkeiten und Grenzen. Proceedings RealCorp 2007, Wien.
- Schweppe-Kraft, B. (2007). Indikator zur Messung der Zersiedelung der Landschaft. Vorschlag eines einfachen, anschaulichen und zuverlässigen Indikators „effektiver Freiflächenanteil“ zur Messung der Zersiedelung der Landschaft. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Siedentop, S.; Fina, S. (2010): Datengrundlagen zur Siedlungsentwicklung. Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Stuttgart.
- Siedentop, S.; Heiland, S.; Lehmann, I.; Schauerte-Lüke, N. (2007): Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung für die Fortschrittsberichte der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie – Flächenziele. Forschungen, Heft 130. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn.



- Statistisches Bundesamt (2010): Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung. DESTATIS Qualitätsbericht. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Tsai, Y.-H. (2005): Quantifying urban form: compactness versus 'sprawl'. *Urban Studies* 42/1, S. 141-161.
- Umweltbundesamt (2004): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr – Materialienband. UBA-Texte 90/03. Umweltbundesamt, Berlin.
- Watts, R.; Compton, R.; McCammon, J.; Rich, C.; Wright, S.; Owens, M.; Ouren, D. (2007): Roadless Space of the Conterminous United States. *Science* 316, S. 736-738.



# Aktuelle Ergebnisse des IÖR-Monitors zur Flächennutzung in Deutschland

*Tobias Krüger*

## Zusammenfassung

Die amtliche Flächenstatistik steht in Deutschland bundesweit nicht flächendeckend mit derselben Inhaltstiefe zur Verfügung. Die jährlich ausgewiesene Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) steht als Schlüsselindikator in der Kritik, weil sie die tatsächliche Flächeninanspruchnahme durch Siedlungstätigkeit nicht adäquat widerspiegelt.

Das Indikatorkonzept des Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor), das auf dem umfangreichen Objektartenkatalog des ATKIS-Basis-DLMs aufbaut, ermöglicht die Bestimmung von Flächenanteilen verschiedener Nutzungsarten. ATKIS-Daten werden in allen Bundesländern nach einheitlichen Kriterien erfasst und regelmäßig fortgeführt, so dass die beiden wichtigsten Voraussetzungen für ein Flächenmonitoring erfüllt sind: Datenkonsistenz und -aktualität.

Mit dem aktualisierten ATKIS-Datensatz von 2010 wurde eine Vielzahl von Indikatoren für administrative Gebietsebenen (ca. 12 000 Gemeinden, 412 Kreise, 16 Länder und das Bundesgebiet) und für die 96 Raumordnungsregionen berechnet. Damit liegt für diese Gebietsabgrenzungen bereits der dritte Zeitschnitt nach 2006 und 2008 vor, und es lassen sich erste Zeitreihenuntersuchungen bzgl. einzelner Indikatoren und Gebiets-einheiten realisieren.

Anhand von Beispielen wird das Potenzial des IÖR-Monitors verdeutlicht, was er nach Abschluss der ATKIS-Migration in allen Bundesländern beim Flächenmonitoring entfalten kann. Des Weiteren werden einzelne Indikatoren mit ihren korrespondierenden Werten aus der amtlichen Flächenstatistik verglichen.

## 1 Einführung

Die amtliche Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung nutzt Informationen des Automatisierten Liegenschaftsbuches (ALB), um Aussagen zur Flächeninanspruchnahme durch die verschiedenen Nutzungen zu treffen (DESTATIS 2010). Dabei werden die Nutzungsinformationen des ALB (in Zukunft: ALKIS, vgl. Schauer 2010) herangezogen und für die Erhebungseinheiten der amtlichen Statistik (Gemeinden, Kreise, Bundesländer) entsprechend dem hierarchisch-dreistufigen Aufbau des AdV-Nutzungsartenverzeichnisses summiert (AdV 2009).

Während die Länder ihre Statistiken bis auf Gemeindeebene herausgeben, werden durch das Statistische Bundesamt Zahlen für die Bundesland- und Kreisebene veröffentlicht. Als Schlüsselindikator für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung wird die Veränderung der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr (SuV) angesehen.

## 2 Flächenmonitoring mittels IÖR-Monitor

Der tägliche SuV-Flächenzuwachs soll bis zum Jahr 2020 auf 30 ha reduziert werden. Zur Erreichung des Ziels bedarf es eines Flächenmonitorings, das nicht nur in der Lage ist, Entwicklungen der Flächeninanspruchnahme summarisch auszuweisen, sondern auf Problemgebiete räumlich konkret hinzuweisen.

Der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor: <http://www.ioer-monitor.de/>) veröffentlicht in regelmäßig wiederkehrenden Zeitscheiben indikatorbasiert deutschlandweit und hochauflösend Informationen zur Flächennutzung. Durch die Verwendung amtlicher Geobasisdaten wird eine Vergleichbarkeit der Zeitstände und der Bundesländer untereinander angestrebt. Die Flächennutzungsinformationen von ATKIS-Objekten erlauben eine Auswertung der Siedlungs- und Verkehrsfläche differenziert nach Einzelindikatoren. Nach derzeitigem Stand kann zwischen bebauten Flächen (mit oder ohne Industrie und Gewerbe), Siedlungsfreiflächen, Straßenflächen und Gesamtverkehrsflächen differenziert werden (vgl. Meinel, Schumacher 2010, 187). Eine weitere Aufgliederung der bebauten Flächen in Wohn- und Mischbebauung sowie in Bebauungsflächen besonderer funktionaler Prägung anhand der entsprechenden ATKIS-Objekte ist möglich. Allerdings wird derzeit darauf verzichtet, da durch die bestehende unterschiedliche Modellierungspraxis in den Bundesländern die bundesweite Vergleichbarkeit eingeschränkt ist (Schumacher 2009, 53).

Tab. 1: Realisierung des Flächenmonitorings im IÖR-Monitor

Merkmal des Flächenmonitorings	Realisierung im IÖR-Monitor	
	Vorgehensweise	Problemfelder
kontinuierlich bzw. in regelmäßigen Abständen	Zweijahresintervall seit 2006	Nachhängende Grundaktualitäten
Vergleichbare, konstante Gebietseinheiten	Administrative Einheiten, Raumordnungsregionen	Gebietsreformen, Eingemeindungen
	Raster	Wenig intuitiv, keine realweltliche Entsprechung
Gleichbleibende Methodik und gesicherte Datengrundlage	Theoretische Grundlage: Flächennutzungsschema	Flächennutzung vs. Bodenbedeckung (z. B. Versiegelung)
	Geobasisdaten: ATKIS Basis-DLM	ATKIS-Migration, Länderspezifika, Generalisierung

Im Zuge der Diskussion um das 30-ha-Ziel wird angestrebt, Erholungsflächen separat auszuweisen, da diese einen erheblichen Anteil an der Gesamtsiedlungsfläche und deren Zuwachs haben. Konkret wird das Bestreben geäußert, die SuV künftig getrennt nach Gebäude- und Freiflächen, Erholungsflächen und Verkehrsflächen auszuweisen (MKRO 2010). Das dem IÖR-Monitor zugrundeliegende Flächennutzungsschema weist bzgl. der SuV Nutzungskategorien aus, die der angestrebten Untergliederung nahekommen. Es bestehen jedoch Unterschiede bei der Definition der Flächenkategorien, die sich u. a. aus den verwendeten Datengrundlagen ergeben. Dieses ist beim Vergleich von Zahlen des IÖR-Monitors mit der amtlichen Flächenstatistik zu beachten.

Eine positive Tendenz ist die nachweislich gestiegene Datenaktualität des ATKIS-Basis-DLMs, was dem Monitoring entgegenkommt. So hat sich der Anteil der Fläche, dessen Grundaktualität mehr als fünf Jahre vor dem Bezugsjahr liegt, von 20 % (2006) auf 2 % (2010) verringert. Die Gebiete mit einem Datenalter von weniger als drei Jahren stellen im neuesten Zeitschnitt mit 81 % den größten Teil der Fläche Deutschlands (2006: 56 %). Diese Zahlen weisen auf die hohe Priorität hin, die von Seiten der Vermessungsverwaltungen dem amtlichen Geobasisdatenbestand zugemessen wird und bestätigen die Wahl dieser Datengrundlage für den IÖR-Monitor (Meinel, Schumacher 2010). Im Mai 2011 wurde im IÖR-Monitor der dritte Zeitschnitt für die administrativen Gebiets-einheiten und Raumordnungsregionen freigeschaltet, so dass für einen Großteil der Indikatoren nunmehr erste Zeitreihenvergleiche möglich sind.

### **3 Aktuelle Ergebnisse der Flächenbeobachtung mit dem IÖR-Monitor**

Zunächst lassen sich mittels des IÖR-Monitors pro Zeitschnitt und Indikator raumbezogene statische (Zustands-) Informationen in Form von Karten und Tabellen ausgeben. Die online verfügbaren Tabellenfunktionen ermöglichen es zudem, Vergleichswerte gegenüberzustellen:

- Vergleich mit dem Indikatorwert der übergeordneten Raumeinheiten,
- Anzeige eines zweiten Indikators im aktuellen Zeitschnitt für alle Gebietseinheiten der gewählten Raumebene,
- Anzeige aller Indikatoren für eine bestimmte Gebietseinheit für den gewählten Zeitschnitt,
- Darstellung des Histogramms des gewählten Indikators über alle Gebietseinheiten der gewählten Raumebene und
- Anzeige der Indikatorwerte früherer Zeitschnitte für die ausgewählten Gebietseinheiten inkl. der resultierenden Differenzwerte.

Das Monitoring wird insbesondere durch die letztgenannte Anzeigemöglichkeit der Veränderungen unterstützt. Zusätzlich zur absoluten Wertänderung des Indikators wird unter Zuhilfenahme der jeweiligen Grundaktualitäten der Zeitschnitte eine mittlere jährliche Veränderungsrate errechnet. Über die Sortierfunktion der Tabelle lassen sich die Gebiete mit den größten absoluten und jährlichen Änderungen identifizieren. Diese Möglichkeit wird auch genutzt, um im Prüfungsprozess vor der Onlinefreigabe der errechneten Werte potenzielle Ausreißer zu identifizieren und bei Bedarf entsprechend zu kennzeichnen. Im Testbetrieb wird derzeit daran gearbeitet, Vergleichskarten (Differenzwerte als Flächenkartogramme) auszugeben. Geplant sind auch Diagramme zur Entwicklung der Indikatorwerte über alle verfügbaren Zeitschnitte (s. Beitrag Förster in diesem Band).

Durch die räumliche Verortung der Informationen können Problemgebiete identifiziert werden, was in Zukunft durch die geplante Realisierung kleiner Rasterweiten (bis zu 100 m Gitterabstand) auch intrakommunal möglich sein wird.

Nachfolgend werden ausgewählte Erkenntnisse aus Indikatoren der Siedlungs- und Verkehrsfläche im IÖR-Monitor vorgestellt.

### 3.1 Siedlungs- und Verkehrsfläche als Gesamtindex

Die SuV im IÖR-Monitor setzt sich aus ATKIS-Objekten der baulich geprägten Flächen, der Siedlungsfreiflächen und der flächenhaft modellierten Verkehrsflächen zusammen, wobei letztere um gepufferte Linienelemente des Straßen- und Eisenbahnverkehrs ergänzt werden.

Die Entwicklung der SuV, wie sie sich in den ATKIS-Daten von 2006 bis 2010 widerspiegelt, ergibt ein differenziertes Bild. Für die Bundesrepublik stieg im angegebenen Zeitraum die Fläche von 38 355,5 km<sup>2</sup> auf 39 139,8 km<sup>2</sup> an, was einem Anstieg um 0,2 Prozentpunkte auf 10,9 % der Gesamtfläche entspricht. Daraus ergibt sich rechnerisch eine tägliche Neuinanspruchnahme von 53,7 ha, wovon 14,2 ha Siedlungsfreiflächen (i. S. d. IÖR-Monitors) sind (Abb. 1).

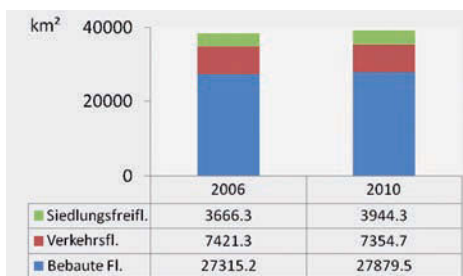


Abb. 1: Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland von 2006 bis 2010 basierend auf Indikatoren des IÖR-Monitors (Quelle: IÖR, BKG)

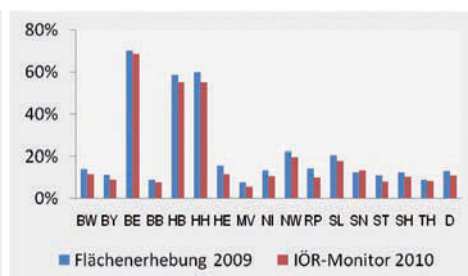


Abb. 2: Anteil der SuV an der Gesamtfläche der Bundesländer (Quelle: IÖR, GENESIS)

Der Vergleich der SuV auf Länderebene zeigt, dass die Werte des IÖR-Monitors tendenziell kleiner sind als die der amtlichen Flächenerhebung 2010 (GENESIS-online). Lediglich in Sachsen zeigt sich der umgekehrte Fall: Hier ist der Indikatorwert des IÖR-Monitors größer als der Wert der Flächenerhebung (Abb. 2).

### 3.2 Bebaute Flächen

Der IÖR-Monitor weist bzgl. der Bebauung tendenziell größere Flächen aus als die amtliche Flächenstatistik (Abb. 3). Dies ist durch die unterschiedliche Flächenabgrenzung in den Eingangsdaten bedingt: Während die amtliche Flächenerhebung auf Grundlage von Liegenschaftsdaten über die tatsächliche Nutzung erstellt wird (ALB, zukünftig ALKIS), basiert der IÖR-Monitor auf dem ATKIS-Basis-DLM und damit auf Flächen, die durch das topologische Verkehrs- und Gewässerliniennetz auf der Grundlage topographischer Objekte definiert werden. Aufgrund des kleineren Maßstabsbereiches des Basis-DLMs (1:10 000 – 1:25 000) im Vergleich zu den Liegenschaftsdaten (1:1 000) liegen die geographischen Objekte sowohl inhaltlich als auch geometrisch generalisiert im Modell vor. Gerade was Gebäude- und Freiflächen betrifft, die in der amtlichen Flächenstatistik ausgewiesen werden, macht sich dies bemerkbar. Im Gegensatz zur großmaßstäbigen Liegenschaftsvermessung, die Gebäude vollständig verzeichnet, gelten bei der ATKIS-Modellierung Mindest erfassungsgrößen, die bei der Neubildung von Flächen zu beachten sind. Dadurch fallen zahlreiche unversiegelte Bereiche dem Dominanzprinzip zum Opfer und werden bebauten Flächen zugeordnet.

Damit wird deutlich, dass die als bebaute Fläche im IÖR-Monitor deklarierten Flächenanteile nicht mit versiegelten Flächen gleichzusetzen sind. Vielmehr handelt es sich um eine quantitative Aussage zu baulich geprägten Flächen inkl. des mit ihnen in unmittelbarem räumlich-funktionalen Zusammenhang stehenden Siedlungsgebiets.

Eine Besonderheit in Sachsen ist zudem, dass hier in der Vergangenheit Bebauungsgebiete überdurchschnittlich häufig mit der Objektart Fläche gemischter Nutzung belegt wurden. Dies hat zur Folge, dass die reine Wohnbaufläche im IÖR-Monitor im Vergleich zur amtlichen Flächenstatistik (Vergleichswert: Gebäude- und Freifläche Wohnen) kleiner ausfällt. In den übrigen Bundesländern ist das nicht der Fall (Abb. 4). Wegen der damit nicht gegebenen Vergleichbarkeit der Bundesländer wird momentan beim IÖR-Monitor auf die separate Darstellung des Indikators Wohnbaufläche verzichtet und stattdessen zusammenfassend die gesamte Bebaute Fläche ohne Industrie und Gewerbe ausgewiesen (Schumacher 2009).

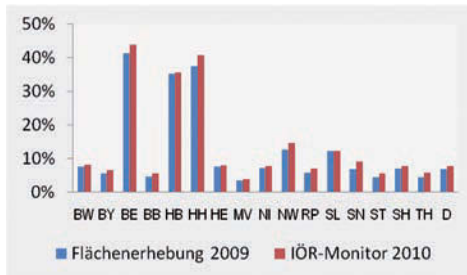


Abb. 3: Vergleich des Gebäude- und Freiflächenanteils mit bebauten Flächen an der Länderfläche (Quelle: IÖR, GENESIS)

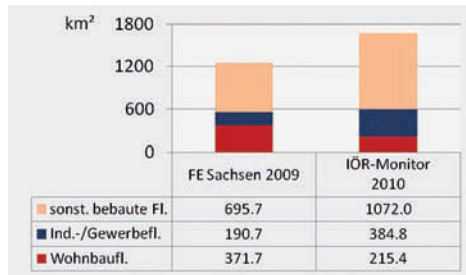


Abb. 4: Größenverhältnisse von bebauten Flächen in amtl. Flächenerhebung Sachsen und IÖR-Monitor (Quelle: IÖR, StaLa 2010)

### 3.3 Erholungsflächen vs. Siedlungsfreiflächen

Den unter dem Begriff Erholungsflächen zusammengefassten Nutzungen kommt eine besondere Bedeutung bzgl. der Erreichung des 30-ha-Ziels zu, denn sie machen einen Großteil sowohl der bestehenden Siedlungsfläche als auch der Flächenneuanspruchnahme aus. Aus diesem Grund empfiehlt die 37. Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO), den SuV-Indikator qualitativ in Gebäude- und Freiflächen, Verkehrsflächen und Erholungsflächen zu differenzieren (MKRO 2010).

Die äquivalente Flächenkategorie im IÖR-Monitor sind Siedlungsfreiflächen, die im Unterschied zu den Erholungsflächen auch Friedhöfe beinhalten. Aufgrund der unterschiedlichen Begriffsdefinition und eingehenden Objektarten (Abb. 5) ist zu vermuten, dass sich die Wertunterschiede stärker ausprägen als beispielsweise bei den bebauten Flächen, da die Ausstattung der Gemeinden mit Siedlungsfreiflächen und deren Dimensionen sehr unterschiedlich sein können.



Abb. 5: Objektartenzuweisung zu Erholungsflächen in der amtl. Flächenstatistik und Siedlungsfreiflächen im IÖR-Monitor (Quelle: IÖR, Adv 2003, BKG 2001, DESTATIS 2010)



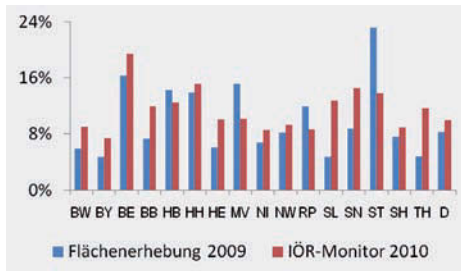


Abb. 6: Erholungsflächen in der amtlichen Flächenerhebung im Vergleich zu Siedlungsfreiflächen im IÖR-Monitor (Quelle: IÖR, GENESIS)

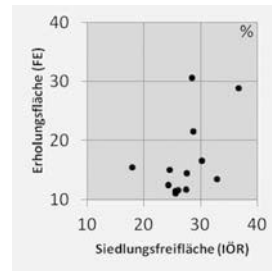


Abb. 7: Streudiagramm Siedlungsfreiflächen und Erholungsflächen in Sachsen auf Kreisbasis (Quelle: IÖR, StaLa 2010)

Tatsächlich ergibt sich im Vergleich der Werte für die Bundesländer ein heterogenes Bild: Während in dreizehn Ländern die Monitorwerte über den amtlichen Zahlen liegen, ist diese Relation in den anderen Ländern umgekehrt. Insbesondere in Sachsen-Anhalt fällt auf, dass die Erholungsflächen der Flächenerhebung um ca. 10 Prozentpunkte höher ausfallen als der Indikatorwert des Monitors (Abb. 6). Ein Vergleich der Werte auf Kreisbasis innerhalb Sachsens zeigt hingegen, dass sich im IÖR-Monitor summarisch größere Flächen als Siedlungsfreiflächen darstellen als Erholungsflächen in der amtlichen Flächenerhebung (Abb. 7). Diese entgegengesetzten Effekte lassen darauf schließen, dass es für diese Flächennutzungskategorie keine allgemeingültigen Erklärungsansätze für die Über- oder Unterschätzung der Indikatorwerte in beiden Systemen gibt. Hier müssen weitergehende Untersuchungen auf Gemeinde- bzw. Objektebene erfolgen.

### 3.4 Verkehrsfläche

Die Verkehrsfläche fällt im IÖR-Monitor für die Bundesländer mit Ausnahme von Bremen kleiner aus als in der amtlichen Flächenerhebung (Abb. 8). Auch hier liegt die Ursache in der unterschiedlichen Definition von Verkehrsflächen. Die amtliche Flächenstatistik summiert alle Flächenelemente, für die Verkehr als tatsächliche Nutzung angegeben wird. Dazu gehören beispielsweise auch Randstreifen von Verkehrswegen und Begleitgrün. Dies begründet sich darin, dass die tatsächliche Nutzung, welche im ALB eingetragen ist, in die Bewertung eingeht, so dass auch unversiegelte funktional dem Verkehr zugehörige Flächen in die Verkehrsfläche eingehen.

Demgegenüber liegt dem IÖR-Monitor eine eher flächenbedeckungsbezogene Sicht zugrunde (s. Beitrag Meinel in diesem Band). Als Verkehrsflächen im Sinne des Indikators sind daher hier v. a. die tatsächlichen Breiten von Verkehrswegen, die bei Straßen im Attribut Breite der Fahrbahn (BRF) angegeben werden, relevant.

Leider ist die Vergabe von Breitenangaben im ATKIS-Basis-DLM nicht vollständig. Während das überörtliche Verkehrsnetz (Autobahnen, Bundes-, Staats-/Landes- und Kreisstraßen) weitgehend attribuiert ist, fehlt einem Großteil der Gemeindestraßen diese In-

formation. In diesem Fall wird auf Standardstraßenbreiten zurückgegriffen, die anhand der vorliegenden Daten ermittelt wurden und in Abhängigkeit von Straßenwidmung und Fahrstreifenanzahl angewendet werden. Zusätzlich wird innerorts beiderseits der Fahrbahnen das Vorhandensein von Gehwegen angenommen und als Aufschlag zur Fahrbahnbreite modelliert (Krüger 2010).

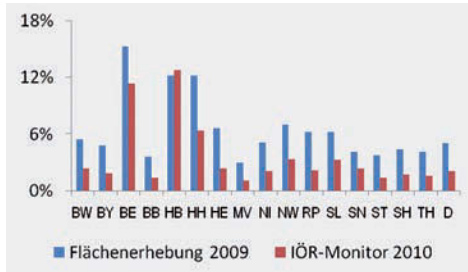


Abb. 8: Verkehrsflächenanteil der Bundesländer im Vergleich von amtlicher Flächenerhebung und IÖR-Monitor (Quelle: IÖR, GENESIS)

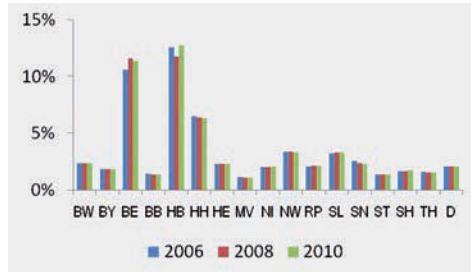


Abb. 9: Entwicklung des Indikators Anteil der Verkehrsfläche an der Gesamtfläche auf Bundeslandebene im IÖR-Monitor (Quelle: IÖR/BKG)

Ein wichtiger Fakt beim Vergleich beider Zahlen ist auch die Tatsache, dass Wege, sofern sie als Flächen im Liegenschaftsbuch geführt werden, in die amtliche Statistik eingehen, während die ATKIS-Wege in der bisherigen Betrachtung unberücksichtigt geblieben sind. Damit existieren zum einen systematische Unterschiede in den Erfassungsmethoden der Verkehrsfläche im IÖR-Monitor und der amtlichen Flächenerhebung. Zum anderen kommen zufällige Effekte hinzu, die sich allerdings in den Bundesländern unterschiedlich stark bemerkbar machen.

Bezüglich der Entwicklung des Verkehrsflächenanteils zeigt die Zeitreihe des IÖR-Monitors auf Ebene der Bundesländer derzeit kein einheitliches Bild. Während die meisten Länder relativ konstant bleiben, sind teilweise Sprünge und sogar Rückläufigkeiten in der Entwicklung zu verzeichnen. So sinkt in Sachsen der Wert seit 2006 kontinuierlich, während beispielsweise in Bremen die Verkehrsfläche zwischen 2006 und 2008 scheinbar geschrumpft, dann aber wieder über ihren Ausgangswert gestiegen ist (Abb. 9). Eine Untersuchung zeigte, dass sich diese Effekte zum Großteil auf Umklassifizierungen von Straßenobjekten im ATKIS-Basis-DLM zurückführen lassen. So ist speziell in Sachsen zu beobachten, dass die Gesamtlänge des ATKIS-Straßennetzes von 2006 bis 2010 um ca. 7 600 km zurückgegangen ist, während das Streckennetz der Hauptwirtschaftswegen stark angestiegen ist. Eine überschlägige Abschätzung der Fläche des Hauptwirtschaftswegenetzes ergibt, dass sich bei der Hinzuziehung dieser Objekte die Verkehrsfläche in allen Bundesländern (mit Ausnahme der Stadtstaaten) deutlich erhöhen würde. Deutschlandweit beträgt der Flächenzuwachs für den Straßenverkehr ca. 35 Prozent (Tab. 2).

Tab. 2: Änderung der Straßenverkehrsflächen bei Berücksichtigung von Hauptwirtschaftswegen auf Bundeslandebene (Daten: IÖR-Monitor/Basis-DLM Stand 2010; eigene Bearbeitung)

Land	Straßen [km <sup>2</sup> ]	Hauptwirtschaftswegen [km <sup>2</sup> ]	Zuwachs [%]
BE	75,0	1,5	2
HB	25,6	0,7	3
HH	28,0	1,6	6
SL	74,6	15,1	20
MV	197,5	47,8	24
ST	224,6	58,6	26
SN	349,8	97,5	28
NI	845,9	237,4	28
BB	295,0	93,3	32
BW	730,3	233,9	32
TH	212,7	71,5	34
RP	359,7	121,7	34
NW	950,2	347,5	37
BY	1126,6	469,8	42
SH	215,8	107,5	50
HE	418,7	226,7	54
D gesamt	6 130,2	2 132,1	35

Ausgehend von dieser Erkenntnis wird in Zukunft die Verkehrsfläche im IÖR-Monitor nach einem geänderten Modus ermittelt werden. Zum einen werden Hauptwirtschaftswegen analog zu den Straßen gepuffert und flächenhaft erfasst. Zum anderen werden bei fehlenden Breitenangaben die Standardwerte nur noch in Abhängigkeit der Fahrstreifenanzahl vergeben. Die Widmung einer Straße bleibt dann unberücksichtigt um zu gewährleisten, dass Straßenobjekte bei geänderter Widmung identische Breiten behalten.

## 4 Diskussion und Fazit

Generell lässt sich in Fortsetzung der Erkenntnisse, die bereits zu diesem Thema publiziert worden sind, bestätigen, dass ein Flächenmonitoring auf Grundlage des ATKIS-Basis-DLMs möglich und sinnvoll ist (Krüger 2010; Schumacher 2010; Meinel et al. 2009; Schumacher 2009). Bedingt durch die unterschiedlichen Sichtweisen auf die Fläche und die damit verbundenen Unterschiede der Flächennutzungskategorien ergeben sich allerdings differierende Zahlen im Vergleich zur amtlichen Flächenerhebung. Die Kenntnis dieser Tatsache und ihrer Ursachen sind für das Verständnis und die richtige Interpretation der Zahlen von großer Bedeutung.

Für einzelne Flächennutzungskategorien kann aufgrund der beteiligten Objektarten eingeschätzt werden, ob die Indikatorwerte des Monitors tendenziell größer oder kleiner ausfallen werden als bei der amtlichen Flächenerhebung. Insbesondere bebaute Flächen werden im IÖR-Monitor wegen der Mindest erfassungsgrößen im Basis-DLM größer geschätzt als Gebäude- und Freiflächen aus ALB- bzw. ALKIS-Daten (zum Vergleich

IÖR-Monitor vs. amtliche Flächenerhebung s. a. Beitrag Meinel in diesem Band). Verkehrsflächen werden dagegen ALB-basiert eher mit größerem Flächenanteil ausgewiesen als auf Grundlage des Basis-DLMs. Ein Grund hierfür ist u. a. darin zu sehen, dass Wege grundsätzlich in die Verkehrsflächenstatistik eingehen, während sie bisher bei der Indikatorberechnung unberücksichtigt geblieben sind. In Verbindung mit der Erkenntnis, dass in Sachsen im Zuge von Datenfortschreibungen zahlreiche Objekte von Straßen in Wege umklassifiziert wurden, hat dies zu einer Überarbeitung des Berechnungskonzepts der Indikatoren im IÖR-Monitor geführt. Künftig werden auch Hauptwirtschaftswege in die Straßenflächen integriert werden, was teilweise zu einer signifikanten Änderung der Indikatorwerte führen wird.

Des Weiteren ist festzuhalten, dass die Datengrundlagen ATKIS und ALB/ALKIS Sekundärquellen darstellen, deren eigentliche Zweckbestimmung nicht der Flächenstatistik dient. Während das ALB dem grundbuchlichen Eigentumsnachweis dient, ist ATKIS als Geobasisdatensatz primär für die topographische Landschaftsbeschreibung, die Ableitung von topographischen Karten und als Grundlage für raumbezogene Analysen und thematische Karten konzipiert.

Auch die Aktualisierung der Datensätze folgt unterschiedlichen Gesetzmäßigkeiten. Liegenschaftsdaten werden amtlicherseits nur dann geändert oder angepasst, wenn eine Änderung der Eigentumsverhältnisse dies erfordert, was dazu führen kann, dass die Informationen zur tatsächlichen Nutzung veraltet sind (s. a. Beitrag Meinel in diesem Band). Die ATKIS-Daten der Landesvermessung unterliegen dagegen einem (angestrebten) dreijährlichen Aktualisierungszyklus. Aus den Zweckbestimmungen der Datensätze resultieren auch die abgedeckten Maßstabbereiche, die sich um den Faktor 10 bis 25 unterscheiden.

## 4.1 Genauigkeit der Flächenerhebung

Die Entwicklung hin zum AAA-Modell lässt die semantischen Unterschiede zwischen ALKIS und ATKIS geringer werden und gewährleistet damit die inhaltliche Vergleichbarkeit beider Systeme. Da im Zeitschnitt 2010 bereits für sechs Bundesländer das Basis-DLM im neuen Modell vorlag, konnten damit erste Erfahrungen gemacht werden.

Positiv zu bemerken ist, dass im Gegensatz zum alten ATKIS-Modell die gegenseitige Überlagerung von Grundflächenarten ausgeschlossen ist und somit die Realisierung des Flächennutzungsschemas im IÖR-Monitor vereinfacht wird, weil gegenseitige Priorisierungen von Grundflächenarten entfallen. Ein bedauerlicher Fakt ist der Wegfall des im alten Modell praktisch vollzählig vergebenen Attributs Breite des Verkehrsweges (BRV) bei Eisenbahnlinien, das (ähnlich der Fahrbahnbreite bei Straßen) dazu diente, die Pufferbreite für linienhafte Bahnlinienobjekte zu bestimmen. Durch den Wegfall wurde es nötig, Standardwerte für ein- oder zweigleisige Streckenabschnitte einzuführen. Dies

führt im Vergleich zum alten Modell zwangsläufig zu veränderten Werten. Jedoch ist die Fläche des Eisenbahnverkehrs, die durch Pufferung von Linien entsteht, weitaus kleiner als die Straßenverkehrsfläche, so dass dieser Effekt bei der Betrachtung von Flächenanteilen nicht wesentlich ins Gewicht fallen dürfte, was durch eine quantitative Untersuchung noch zu verifizieren sein wird.

Die geometrische Genauigkeit der Flächenerhebung bewegt sich stets im Rahmen der Modellgenauigkeit von ATKIS (horizontal:  $\pm 3$  m, vgl. BKG 2011) und ist insbesondere bei der Pufferung von Linienobjekten von der Vollständigkeit der Breitenattribute abhängig. Bezüglich der Aktualität der Daten hat ATKIS einen klaren Vorteil gegenüber der ALB/ALKIS-basierten Flächenerhebung. So sind die der Spitzenaktualität unterliegenden Straßen vollständig innerhalb dreier Monate in ATKIS zu erfassen und stehen dadurch zeitnah für das Monitoring zur Verfügung. Demgegenüber kann die amtliche Flächenstatistik erst nach erfolgter Neuvermessung diese Flächen in Rechnung stellen. Dadurch können sich Zeitverzögerungen von mehreren Jahren ergeben, die durch die oft sehr verspätete Einmessung von Straßenneubauten verursacht werden (s. Beitrag Meinel in diesem Band). ATKIS-Objektarten der Grundaktualität werden turnusmäßig im Abstand von maximal drei Jahren fortgeführt.

Man kann von einer grundsätzlich guten Übereinstimmung mit der Realität ausgehen, da das ATKIS-Basis-DLM mittels Luftbildern und unter Zuhilfenahme von Sekundärquellen aktualisiert wird und als Grundlage der großmaßstäbigen topographischen Kartenwerke fungiert (LGB online 2011). Damit dient es sowohl unmittelbar in Form des DLMs und mittelbar als topographische Karte einer Vielzahl von Anwendungen als Grundlage raumbezogener Fragestellungen, was zu einer hohen Güte der Daten zwingt.

## 4.2 Stabilität bzgl. Zeitreihenauswertung

Datenberichtigungen und Modellanpassungen sind im Basis-DLM von echten Nutzungsänderungen nicht unterscheidbar, da eine Versionierung der ATKIS-Daten nicht vorgesehen ist. Dadurch kann es vorkommen, dass der Zeitschnittvergleich von Indikatoren für einzelne Gebietseinheiten nur eingeschränkt möglich ist. Manuelle Kontrollen der Indikatorwerte unter Zuhilfenahme der Originaldaten und weiterer Informationsquellen (z. B. Luftbilder) dienen der Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse. In begründeten Fällen werden die Indikatorwerte um einen Hinweis für die Nutzer des IÖR-Monitors ergänzt.

Aufgrund der Tatsache, dass die Bundesländer die Ersterfassung des Basis-DLMs abgeschlossen haben und nach erfolgter AAA-Migration sich umfassend der Aktualisierung (und ggf. der Berichtigung) widmen werden, ist in absehbarer Zeit mit einer weiteren Steigerung der Datenqualität zu rechnen, nachdem die Grundaktualität seit 2006 nachweislich deutlich gestiegen ist (Jäger 2011).

Damit werden die momentan noch vorhandenen Einschränkungen der Indikatorwerte des IÖR-Monitors mit zukünftigen Zeitschnitten an Bedeutung verlieren. Die bereitgestellten Zahlen gewinnen damit zunehmend an Aktualität, Reliabilität und Relevanz für robuste Zeitreihenuntersuchungen.

### 4.3 Ausblick

Das ATKIS-Basis-DLM unterliegt in allen Bundesländern einer zyklischen Aktualisierung und Berichtigung. Damit verbunden ist derzeit eine fortschreitende Migration ins AAA-Modell, was eine Stabilisierung und weitere Homogenisierung der ATKIS-Modelleigenschaften im Zeitverlauf und über Bundeslandgrenzen hinweg absehbar macht. Im Zeitschnitt 2010 waren bereits sechs Länder im neuen Modell verfügbar (Bayern, Hamburg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt). Beim nächsten zu verwendenden Datensatz (d. i. 2012) wird dies aller Voraussicht nach bereits für mehr als die Hälfte aller Bundesländer der Fall sein.

Schwierig gestaltet sich, bedingt durch Kommunalreformen und kleinere Gebietsumgliederungen, derzeit noch die Realisierung von Zeitreihen auf den unteren administrativen Gebietseinheiten. Dieses Problem kann teilweise durch die Einbeziehung von Zuordnungstabellen für Gebietszusammenlegungen gelöst werden, was jedoch nicht in allen Fällen gelingt.

Daher werden im IÖR-Monitor zukünftig neben administrativen Gebietseinheiten auch Rasterzellen standardmäßig berechnet werden. Dadurch können gebietskonstante Zeitreihenvergleiche realisiert werden, die von Gebietsstandsänderungen unabhängig sind. Die Größe der Rasterzellen wird sich dabei zunächst zwischen 10 000 m und 250 m bewegen. Später wird auch ein 100-m-Raster realisiert werden (vgl. Krüger 2010, 81, Tab. 1). Es ist weiterhin geplant, durch die Nutzung von Gebäudedaten die bebauten Flächen genauer als bisher zu berechnen und damit die Qualität der Indikatorwerte zu verbessern bzw. den IÖR-Monitor um gebäudebasierte Indikatoren zu ergänzen.

## 5 Literatur

Adv (2003): ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK). Teil D1. Version 3.2 Stand 01.07.2003. Teilkatalog Basis-DLM. Onlinedokument:  
[http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/ok\\_d1.pdf](http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/ok_d1.pdf) (Zugriff 13.07.2010).

Adv (2009): Katalog der tatsächlichen Nutzungsarten im Liegenschaftskataster und ihrer Begriffsbestimmungen, Stand Juli 2009. Onlinedokument:  
<http://www.adv-online.de/icc/extdeu/binarywriterservlet?imgUid=ba308186-9949-9214-3dcf-eb508a438ad1&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111&isDownload=true> (Zugriff 16.06.2011).

- BKG (2011): Digitales Basis-Landschaftsmodell (AAA-Modellierung). Basis-DLM (AAA). Hrsg.: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie. Onlinedokument: <http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/basis-dlm-aaa.pdf> (Zugriff 27.06.2011).
- DESTATIS (2010): Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung 2008 – Qualitätsbericht. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- GENESIS-online: Datenbank, Hrsg.: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Onlinedokument: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online> (Zugriff: 24.06.2011).
- Jäger, E. (2011): Wege zur Aktualisierung von ATKIS. Vortrag INTERGEO 27.-29.09.2011, Nürnberg. Abstract online: [www.kongress.intergeo.de/share/public/pdf/38004.pdf](http://www.kongress.intergeo.de/share/public/pdf/38004.pdf) (Zugriff 04.10.2011).
- Krüger, T. (2010): ATKIS – Potenziale und Probleme des Einsatzes im Flächennutzungsmonitoring. In: Meinel, Schumacher (2010), S. 79-92.
- LGB online (2011): Topographische Karte 1:25 000 (ATKIS) – TK25 (ATKIS). Hrsg.: Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg. Onlinedokument: [http://www.geobasis-bb.de/GeoPortal1/produkte/tk25\\_atkis.html](http://www.geobasis-bb.de/GeoPortal1/produkte/tk25_atkis.html) (Zugriff 27.06.2011).
- Meinel, G.; Hernig, A. (2006): Erhebung der Bodenversiegelung auf Grundlage des ATKIS-Basis-DLM. In: Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation 2006/3, S. 195-204.
- Meinel, G.; Förster, J.; Witschas, S. (2009): Geobasisdaten – Grundlage für die Berechnung von Indikatoren zur Siedlungs- und Freiraumentwicklung. In: KN Kartographische Nachrichten 59 (2009) 5, S. 243-250.
- Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.) (2009): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen.
- Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.) (2010): Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Berlin. (IÖR-Schriften; 52).
- Meinel, G.; Schumacher, U. (2010): Konzept, Funktionalität und erste exemplarische Ergebnisse des Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor). In: Meinel, Schumacher (2010), S. 183-200.
- MKRO (2010): Beschluss der 37. Ministerkonferenz für Raumordnung am 19. Mai 2010 in Berlin: „Flächensparen als Aufgabe der Raumordnung“. Onlinedokument: <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/58510/publicationFile/29694/ministerkonferenz-mkro-2010-beschluss-4.pdf> (Zugriff 17.06.2011).
- Schauer, J. (2010): Neue Grundlage der amtlichen Flächennutzungsstatistik: ALKIS® – Chancen und Probleme. In: Meinel, Schumacher (2010), S. 67-78.
- Schumacher, U. (2009): ATKIS, ALK(IS), Orthobild – Vergleich von Datengrundlagen eines Flächenmonitorings. In: Meinel, Schumacher (2009), S. 47-67.
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (StLa) (2010): Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung im Freistaat Sachsen 2009 – Statistischer Bericht. AV1-j/09. Kamenz.





# **Methoden des Flächennutzungsmonitorings**



# Fernerkundliche Erhebungen in Kombination mit Geo- und Statistikdaten – Mehrwert durch Datenverknüpfung

*Wieke Heldens, Hannes Taubenböck, Thomas Esch, Christian Geiß, Michael Wurm, Michael Thiel*

## Zusammenfassung

Die Fernerkundung ist eine wichtige Quelle für aktuelle räumliche Daten. Durch die Verknüpfung dieser Informationen mit Statistik- und Geodaten in interdisziplinären Ansätzen kann ein erheblicher Mehrwert für die Bearbeitung von komplexeren Planungsfragestellungen erzielt werden. Dieser Beitrag diskutiert mögliche Ansätze für eine solche Datenverknüpfung und stellt beispielhafte Projekte hierzu vor.

## 1 Einführung

Die Diskussion bezüglich Energieversorgung ist in Deutschland aktueller denn je. Im Vergleich zur Kernenergie spielt der Raum bei der Energieversorgung mit erneuerbaren Energien wieder eine zentrale Rolle. Lokale Wärmenetze sind eine Möglichkeit, um den Einsatz erneuerbarer Energien zu erhöhen. Nicht alle Gebiete sind allerdings für solche Wärmenetze gleich gut geeignet. Mittels Erdbeobachtung ist es möglich, Wärmenetzpotenziale räumlich zu priorisieren, z. B. die erschließbare Wärmemenge (kWh) pro investierter Geldeinheit (€) auszuweisen. Die Parameter, die das Wärmenetzpotenzial bestimmen (Wärmebedarf und Investitionskosten), sind zum Großteil abhängig von verschiedenen räumlichen Merkmalen, die mithilfe von Fernerkundungsdaten erfasst werden können.

In einer Fallstudie für München und der südlich davon gelegenen Kleinstadt Oberhaching wurde das quartiersbezogene Wärmenetzpotenzial modelliert (Geiß und Taubenböck 2011; Geiß et al. 2011). Hierzu wurde aus Höhendaten (aus Stereo-Luftbildern) und höchstau aufgelösten Satellitendaten ein 3D-Gebäudemodell erstellt und das Volumen der Gebäude berechnet. Mit Informationen aus zusätzlichen Geodaten (hier: ATKIS) lassen sich z. B. Gebäude in Wohn- und nicht Wohngebäude unterscheiden. Unter Verwendung des 3D-Gebäudemodells können Baublöcke in verschiedene Strukturtypen eingeteilt werden. Mithilfe von flächenbezogenen Kennwerten (z. B. spezifischer Wärmebedarfswert der Gebäude) kann mit diesen Daten anschließend der Wärmebedarf berechnet werden. Die Investitionskosten wurden auf Basis der Kosten für Hausübergabestationen, der Kosten einer konventionellen Wärmebereitstellung und der Kosten für die entsprechenden Haupt- und Anschlussleitungen eines Wärmenetzes ermittelt. Basierend auf dem jeweiligen Gebäudetyp wurde die Anzahl der Hausübergabestationen und Heizkessel (Öl, Gas) geschätzt und die Netzlängen bestimmt. Schließlich ergab

die Kombination aus Investitionskosten und Wärmebedarf das Wärmenetzpotenzial pro Baublock (Beispiel in Abb. 1). Diese Methode wurde im Rahmen eines vom BBR finanzierten Projektes auf Gemeindeebene flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland angewendet (Abb. 2, Esch et al. 2011).

Anhand dieses und der folgenden Beispiele wird das Potenzial der Verknüpfung von Erdbeobachtungsinformationen mit zusätzlichen raumbezogenen Daten für die Beantwortung komplexer, räumlicher Fragestellungen aufgezeigt.

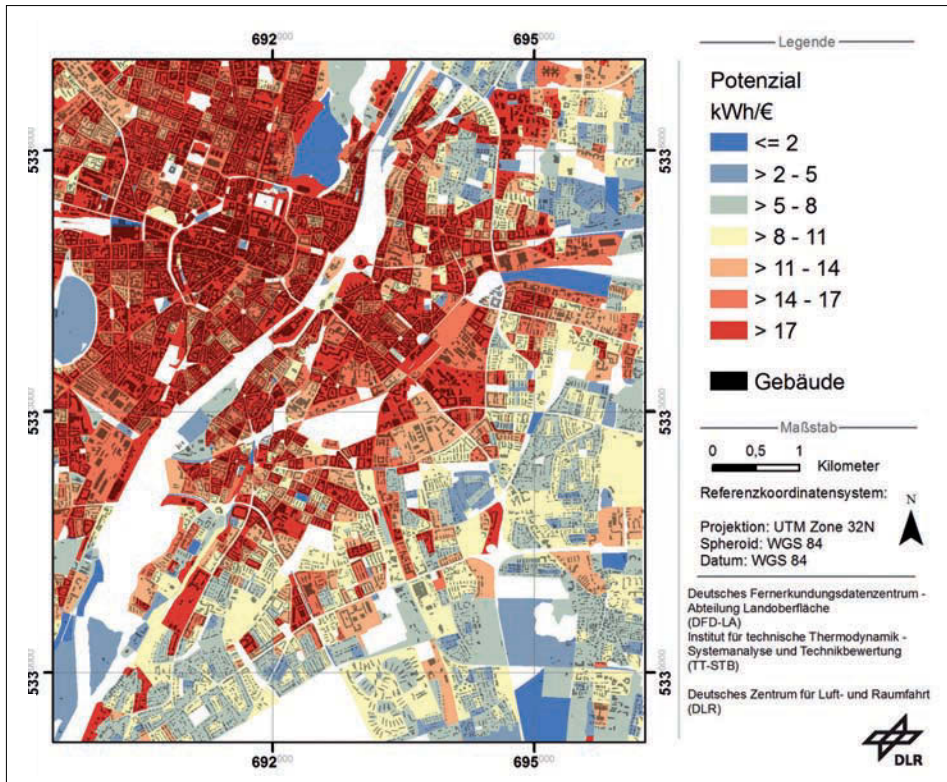


Abb. 1: Wärmenetzpotenzial pro Baublock für das Zentrum von München  
(Quelle: Esch et al. 2011)

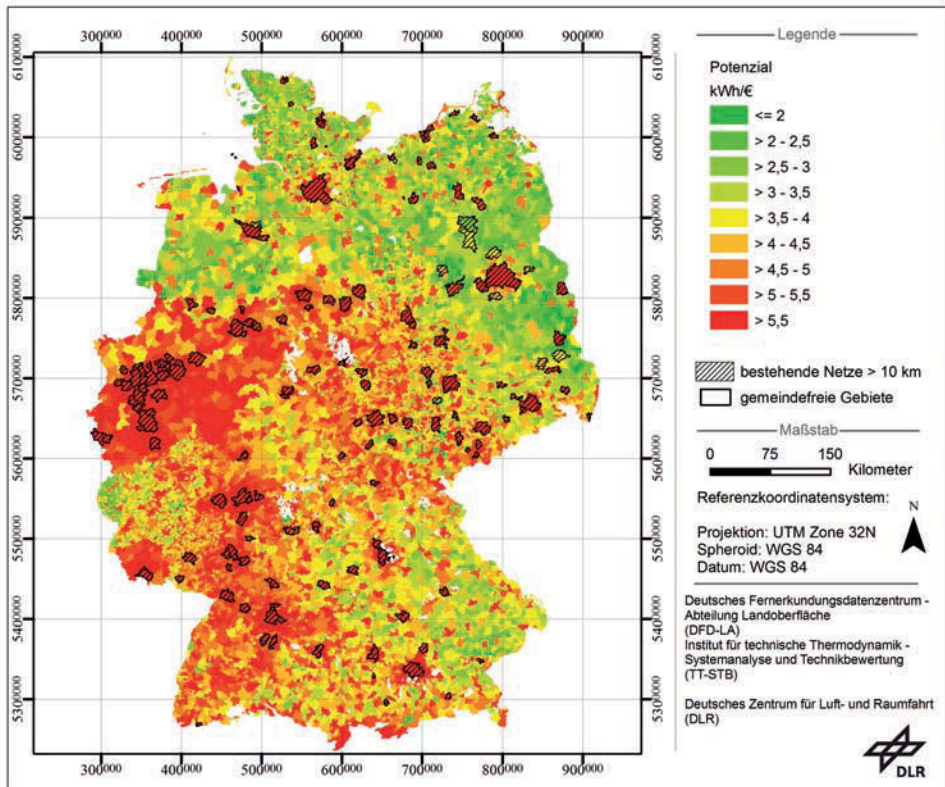


Abb. 2: Wärmenetzpotenzial pro Gemeinde für Deutschland (Quelle: Esch et al. 2011)

## 2 Fernerkundungsdaten für Planungsfragen

Fernerkundungsdaten eignen sich sehr gut für die aktuelle Kartierung von räumlichen Merkmalen. Zu den Vorteilen von Fernerkundungsdaten zählt vor allem, dass große Gebiete vollständig und wiederholt abgedeckt werden können. Die Daten können danach mittels automatischer Verfahren schnell und standardisiert ausgewertet werden, um vergleichbare Informationen für unterschiedliche Untersuchungsgebiete oder Zeitpunkte herstellen zu können. Die Vielfalt unterschiedlicher Fernerkundungsdaten (Tab. 1) ermöglicht es, spezielle Anwendungen für einzelne Fragestellungen sowie deren besonderen Anforderungen zu entwickeln. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Daten von aktiven (Radar, Lidar) und passiven Sensoren (optisch, thermal) und zwischen Satelliten- und flugzeuggetragenen Sensoren. Zusätzlich unterscheiden sich die Sensoren in ihrer räumlichen und spektralen Auflösung.

Abbildung 3 zeigt chronologisch fünf analytische Schritte, um die Erdbeobachtung für Planungsfragen einzusetzen. Der erste Schritt ist die *Erfassung* bzw. Kartierung der Da-

ten, wobei Grundlagenkarten erstellt werden, wie z. B. eine Landbedeckungskarte. Die Grundlagenkarten können im nächsten Schritt zur räumlichen sowie thematischen *Charakterisierung* herangezogen werden (z. B. verschiedene Landbedeckungs- oder -nutzungskategorien). Ein Beispielprodukt ist eine Stadtstrukturtypenklassifikation. Auf Basis von Grundlagenkarten und/oder der Charakterisierungen kann im nächsten Schritt eine *Bewertung* durchgeführt werden. Hierbei werden die Merkmale aus den ersten beiden Schritten in Kategorien wie hoch/niedrig oder geeignet/ungeeignet eingeteilt. Auf ähnliche Weise können die Daten auch als Grundlage für eine *Modellierung* verwendet werden, z. B. um Zukunftsszenarien mit aktuellen Geodaten zu unterstützen. Der letzte Schritt ist die Verwendung der Fernerkundungsprodukte als *Beratungsinstrument*, wobei auf Grund der Charakterisierungen, Bewertungen und Modellierungen Gebiete ausgewiesen werden können, wo Aktionen erforderlich oder wünschenswert sind.



Abb. 3: Konzept des Einsatzes der Erdbeobachtung für Planungsfragen  
(Quelle: Eigene Bearbeitung)

### 3 Verknüpfung von Fernerkundungsdaten mit Geo- und Statistikdaten

Die ersten beiden Anwendungsschritte in Abbildung 3 können mit ausschließlich Fernerkundungsdaten zufriedenstellend durchgeführt werden. Um die weiteren Anwendungen gut durchführen zu können, sind Zusatzdaten erwünscht. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass das vorhandene Potenzial an Geo- und Statistikdaten weiter genutzt werden kann. Dies sollte in Deutschland nicht unbeachtet bleiben, da schon sehr viele Daten vorliegen (z. B. amtliche (Flächen)Statistik, Flächenmonitor IÖR). Auch aus der Sicht der Geo- und Statistikdaten lohnt es sich, diese mit Fernerkundungsdaten zu verknüpfen. So können Einsichten hinsichtlich der räumlichen Zusammenhänge aus den jeweiligen statistischen Daten gewonnen werden. Punktuelle Daten können in Fläche und Zeit inter- bzw. extrapoliert werden und so bessere Planungsgrundlagen liefern. Hierzu können die räumlichen Merkmale eines Gebietes im Zusammenhang mit den statistischen Daten des Gebietes analysiert werden, um z. B. die Einflüsse der Umgebung auf die räumliche Verteilung der Bevölkerung besser verstehen zu können.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Fernerkundungs- sowie Geo- und Statistikdaten, die in Kombination verarbeitet wurden, exemplarisch aufgelistet. Bei den Geo- und Statistik-

daten ist es für eine interdisziplinäre Auswertung mit räumlichen Daten von essentieller Bedeutung, dass sie einen räumlichen Bezug haben. Das können räumliche Einheiten wie administrative Grenzen, Baublöcke oder Adressen/Koordinaten sein. Neben den bekannten Statistik- und Geodaten sind auch thematische Kenngrößen aus verschiedenen Disziplinen geeignet, um einen Mehrwert aus fernerkundlichen Analysen zu erzielen. Ein Beispiel für die Integration solcher interdisziplinären Daten sind die energetischen Kennwerte zum Wärmebedarf verschiedener Gebäudetypen, wie sie für die Modellierung der Wärmenetzpotenziale verwendet wurden (siehe Kapitel 1).

Die Auswahl der Daten ist abhängig von der Fragestellung und der Verfügbarkeit. Entsprechend müssen zuerst die räumliche Auflösung und der Aufnahmezeitpunkt gewählt werden. Neben den reinen Datenkosten spielen zudem sekundäre Kosten, wie Prozessierungsaufwand und Datenschutzfragen, eine Rolle. Dies gilt sowohl für Fernerkundungsdaten als auch für Statistik- und Geodaten. Die Erfassung der beiden Datentypen sollte in dem gleichen Zeitraum stattfinden, um Fehler als Folge von Änderungen innerhalb der Zeitintervalle zu reduzieren.

Tab. 1: Übersicht von Fernerkundungsdaten sowie Geo- und Statistikdaten, mit Eignung für eine Verknüpfung

Fernerkundungsdaten		Geo- und Statistikdaten	
Satellitendaten	Optische Daten (z. B. IKONOS, QuickBird, WorldView, Rapid Eye, Landsat)	Geodaten	Verwaltungsgrenzen, Landnutzungsdaten (z. B. aus ATKIS), etc.
	Radardaten (z. B. TerraSAR-X, RADARSAT, Cosmo Skymed)	Statistische Daten*	bezogen auf Gemeinde, Stadtteil, Postleitzahl, Adresse/Koordinate
Flugzeugdaten	Optische Daten (z. B. Hyperspektraldaten, Luftbilder, Stereodaten)	Kennwerte* die bestimmten räumlichen Merkmalen zuzuweisen sind	z. B. energetische Kennwerte, Bebauungstypen, ...
	Lidardaten (Höhenmodelle)		

\* Die Daten, die räumlich zugeordnet werden können, können verwendet werden.

## 4 Anwendungsbeispiele

### 4.1 Versiegelungsgrad

Der Versiegelungsgrad ist ein zentraler Parameter beim Monitoring des Flächenwachstums, für (Stadt)Klima-Analysen oder für hydrologische Modellierungen. Im Rahmen des Projektes „Flächenbarometer“ im Förderschwerpunkt REFINA wurde eine bundesweite Versiegelungskarte erstellt (Esch et al. 2010). Grundlage für diese Karte waren LandsatTM-Satellitenbilder aus dem Jahr 2000. Zusätzlich wurden aus ATKIS-Daten die Siedlungs- und Verkehrsflächen (als Maske für die Analyse) und die Gemeindegrenzen

(als Bezugsgröße) verwendet. Anhand eines auf Support Vector Machines basierendem Verfahrens (Esch et al. 2009) und unter Anwendung höchstauflösender Trainingsdaten der Stadt Passau wurde die Flächenversiegelung für jede Gemeinde in Deutschland modelliert. Diese Daten wurden in einem weiteren Schritt mit den Einwohnerzahlen der Gemeinden kombiniert. Das Ergebnis ist die versiegelte Fläche pro Einwohner (siehe Abb. 4).

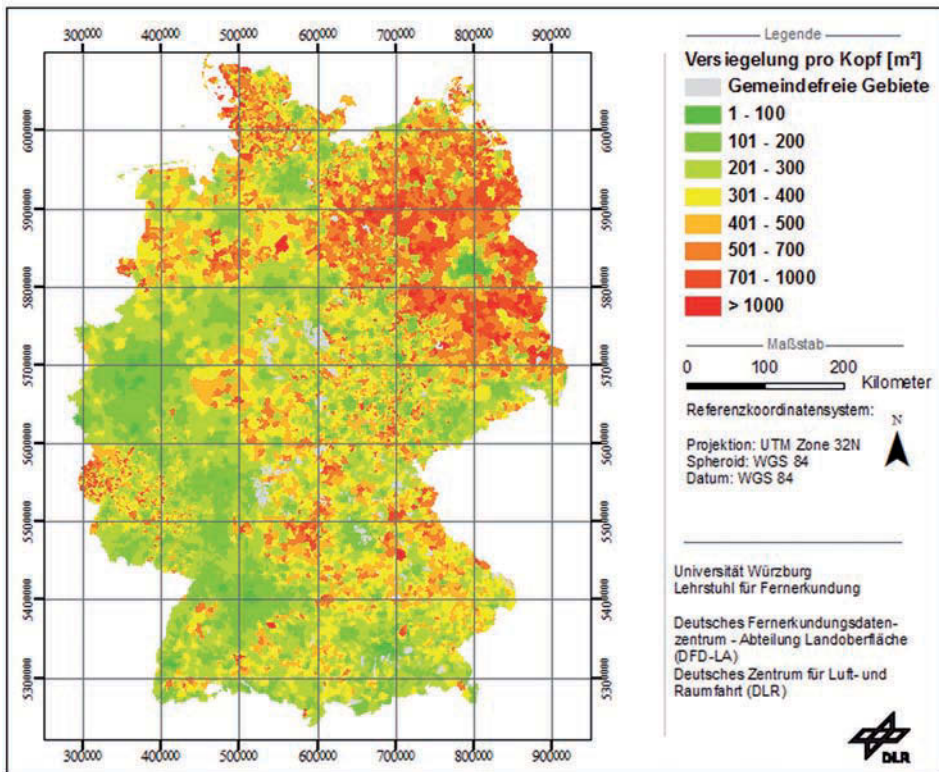


Abb. 4: Versiegelte Fläche pro Kopf [m<sup>2</sup>] pro Gemeinde (Quelle: Esch et al. 2010)

## 4.2 Mikroklimamodellierung

Um den negativen Einwirkungen der Klimaveränderung auf das Stadtklima entgegenzuwirken, ist es wichtig, stadtklimatische Prozesse zu verstehen. Verschiedene Effekte, z. B. durch neue Begrünung oder Bebauung, können durch Modellieren und Simulieren untersucht werden. Für eine realistische Simulation werden viele aktuelle räumliche Informationen benötigt, aber auch verschiedenste klimatologische Kennwerte, wie z. B. Wärmeleitfähigkeit.



Im Rahmen einer Dissertation (Heldens 2010) wurden verschiedene räumliche Merkmale (Lage und Höhe von Objekten) aus Höhendaten (Abb. 5a) und Hyperspektraldaten (Oberflächenmaterialien) abgeleitet (Abb. 5b). Jedem Objekt konnten auf diese Weise klimatologische Eigenschaften zugewiesen werden. Diese Daten wurden danach als Eingangsdaten (Abb. 5c) für das 3D-Mikroklimamodell ENVI-met genutzt um Temperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit zu simulieren (Abb. 5d).

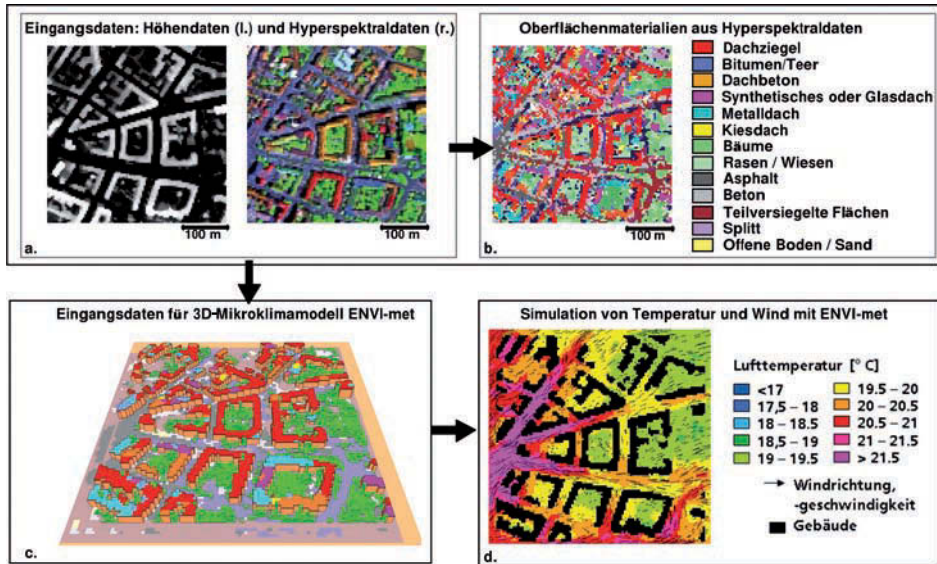


Abb. 5: Höhendaten und Hyperspektraldaten als Eingangsdaten für ein Mikroklimamodell zur Simulation von Temperatur und Windrichtung (Quelle: Heldens 2010)

## 5 Fazit und Ausblick

Die Fernerkundung kann räumliche Basisinformationen auf verschiedenen räumlichen Ebenen regelmäßig, standardisiert und großflächig erstellen. Statistik- und Geodaten, wie sie zurzeit von verschiedenen Ämtern in Deutschland erhoben werden, liefern viele Informationen für thematische Analysen. Die kombinierte Auswertung dieser Datenquellen generiert einen Mehrwert, der besonders im Kontext komplexer, raumbezogener Planungsfragen genutzt werden kann. Die Interpolation von Geo- und Statistikdaten auf Grund von Korrelationen mit räumlichen Merkmalen in den Fernerkundungsdaten erlaubt Aussagen in hoher geometrischer Auflösung. In ähnlicher Weise erlaubt die Extrapolation punktueller Informationen flächendeckende Aussagen. Die großflächige Verfügbarkeit der Fernerkundungsdaten und die weitgehend automatisierten Methoden zur Auswertung erlauben räumliche und zeitliche Vergleiche. Der vorliegende Beitrag hat einige Beispiele für die Generierung von Mehrwert durch die Verknüpfung

von Fernerkundungsdaten mit Statistik- oder Geodaten aufgezeigt. Weitere Ansätze der Verknüpfung betreffen Bevölkerungsdaten (Wurm, Taubenböck 2011) bzw. sozioökonomische Daten (Wurm, Goebel, Wagner 2011).

## 6 Literatur

- Esch, T.; Himmler, V.; Schorcht, G.; Thiel, M.; Wehrmann, T.; Bachhofer, F.; Conrad, C.; Schmidt, M.; Dech, S. (2009): Large-area assessment of impervious surface based on integrated analysis of single-date Lnadat-7 images and geospatial vector data. *Remote Sensing of Environment*, Nr. 113, pp. 1678-1690.
- Esch, T.; Klein, D.; Einig, K.; Jahnz, B.; Zaspel, B.; Jonas, A.; Heldens, W.; Wettemann, J.; Klein, R.; Dech, S. (2010): Entwicklung und Evaluierung eines Flächenbarometers als Grundlage für ein nachhaltiges Flächenmanagement. Endbericht. Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Esch, T.; Taubenböck, H.; Geiss, C.; Nast, M.; Schillings, C.; Metz, A.; Heldens, W.; Keil, M.; Dech, S. (2011): Potenzialanalyse zum Aufbau von Wärmenetzen unter Auswertung siedlungsstruktureller Merkmale. Projektbericht. Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Berlin. Förderkennzeichen 3004775. Im Druck.
- Geiß, C.; Taubenböck, H. (2011) Quartiersbezogene Potentialmodellierung von Wärmenetzen basierend auf Erdbeobachtungsdaten. In: Schilcher, M. (Hrsg.): Geoinformationssysteme. Beiträge zum 16. Münchner Fortbildungsseminar 2011, S. 208-223.
- Geiß, C.; Taubenböck, H.; Wurm, M.; Esch, T.; Nast, M.; Schillings, C.; Blaschke, T. (2011): Remote sensing based characterization of settlement structures for assessing local potential of district heat. *Remote Sensing*, 2011, 3, pp. 1447-1471.
- Heldens, W. (2010): Use of hyperspectral data and height information to support urban-micro climate characterisation. Dissertation. Universität Würzburg.
- Wurm, M.; Taubenböck, H. (2011): Abschätzung der Bevölkerungsverteilung mit Methoden der Fernerkundung. In: Taubenböck, H.; Dech, S. (Hrsg.): Fernerkundung im urbanen Raum – Erdbeobachtung auf dem Weg zur Planungspraxis. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt. S. 143-152.
- Wurm, M.; Goebel, J.; Wagner, G. G. (2011): Integration raumrelevanter Indikatoren in sozial- und verhaltenswissenschaftliche Analysen. In: Taubenböck, H.; Dech, S. (Hrsg.): Fernerkundung im urbanen Raum – Erdbeobachtung auf dem Weg zur Planungspraxis. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt. S. 153-162.

# Kleinräumige quantitative Abschätzung des deutschen Gebäudebestandes – Ausgangslage und Perspektive

*Martin Behnisch, Gotthard Meinel*

## Zusammenfassung

Dieser Beitrag fokussiert auf Ansätze, die der Abschätzung des deutschen Bestandes von Wohn- und Nichtwohngebäuden dienen. Insbesondere werden rasterbasierte Gebäudedaten sowie gemeindescharfe Schätzergebnisse eines bereits etablierten Ansatzes vorgestellt, analysiert und bewertet. In Verbindung mit modernen Daten der amtlichen Geoinformation (Geobasisdaten) zeichnen sich neue, innovative Möglichkeiten ab, um künftig auf kleinräumiger Ebene den Gebäudebestand zu bestimmen. Das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) verfolgt vor diesem Hintergrund mit dem Projekt „Raumbezogenes Data Mining“ das Ziel, analytische Potenziale und Visualisierungsmöglichkeiten von zeitgemäßen Methoden des Data Mining und der Knowledge Discovery für die Raumforschung zu erschließen und in der Perspektive verborgene planungsrelevante Raummuster und Zusammenhänge im hochdimensionalen Geodatenbestand zu extrahieren.

## 1 Problemaufriss

Die große gesellschaftliche Herausforderung des 21. Jahrhunderts, eine dauerhaft umweltverträgliche Entwicklung zu gewährleisten, bedingt einen sparsamen Umgang mit den immer knapper und teurer werdenden Ressourcen Fläche, Rohstoffe und Energie (BMU 2007; Kristof, Hennicke 2010). Ein großer Teil der Ressourcen wird in Deutschland durch den Gebäudebestand und die umgebende Infrastruktur (z. B. Straßen, Plätze) beansprucht (Deutscher Bundestag 1998). „Von den jährlich durchschnittlich 51 t natürlichen Ressourcen (Bringezu 2004, 78), die jeder Mitteleuropäer im Jahr nutzt, resultieren, bezogen auf die Bevölkerung in Deutschland, ca. 30 % aus der Art, wie Menschen heute noch bauen und wohnen.“ (Wallbaum, Kummer 2006, 19). Etwa 40 % der Endenergie wird in Gebäuden für Beleuchtung, Wärme und Kühlung verbraucht und verursacht fast 20 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen (Bundesregierung 2009, 9; BBR 2007, 1). Dies entspricht europäischen Vergleichsdaten (EU 2011). Zugleich werden in privaten Haushalten 85 % des gesamten Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser eingesetzt (destatis, 2010a). Mit Blick auf die Ressource Fläche zeigt sich, dass die zusätzliche Inanspruchnahme von Restflächen, d. h. unversiegelten Flächen einschließlich Flächen mit wichtigen ökologischen Funktionen, zugenommen hat (Bundesregierung 2009: 32). Der steigende Anteil kleinerer Haushalte und der zunehmende Wohnflächenkonsum üben Veränderungsdruck auf die Flächennutzungsmuster aus. Aktuelle Befunde der

Raumforschung (Jessen et al. 2011; Siedentop et al. 2011) konstatieren ein hoch komplexes Patchwork von divergierenden räumlichen Entwicklungen, die noch erhebliches raumstrukturveränderndes Potenzial in sich bergen.

Der Gebäudebestand ist aufgrund der Herausforderungen zur Ressourceneffizienz und zur Reduktion von CO<sub>2</sub> sowie seiner volkswirtschaftlichen Bedeutung (BBSR 2011) verstärkt ins politische Interesse gerückt (z. B. CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm, Sanierungsfahrplan, KfW-Programm Energetische Stadtsanierung oder EU-Gebäuderichtlinie: EBPD 2010). Bis 2050 soll ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand entstehen. Deutschland ist mit einem durchschnittlichen jährlichen Bauvolumen von 228,5 Mrd. Euro der größte Bauproduzent in Europa (BBSR 2010, 1) und trägt wesentlich zur Stabilisierung der europäischen Baunachfrage bei (Oxford Economics 2009). Die deutsche Bauwirtschaft ist mit ca. 2,6 Mio. Beschäftigten und ca. 300 000 Betrieben (Bundesvereinigung Bauwirtschaft 2011) ein wichtiger Arbeitgeber und Wirtschaftsbereich – der Anteil der Bauinvestitionen am BIP liegt trotz erheblicher Strukturveränderungen und konjunktureller Schwierigkeiten bei rund 10 % (BBSR 2010, 1). Das in Immobilien gebundene Kapital beträgt nach aktuellen Schätzungen weit über 50 % des Volkswertvermögens (destatis und Deutsche Bundesbank 2010). Das Anlagevermögen in Bauten beläuft sich auf über 11 Billionen Euro (davon 57 % Wohnbau und 43 % Nichtwohnbau; destatis 2010b). Unbestritten ist die Relevanz der Baumaßnahmen am vorhandenen Gebäudebestand (Euroconstruct 2011). Im internationalen Vergleich wird Deutschland eine herausragende Rolle beim Anteil der Bestandsmaßnahmen im Wohnungsbau zugeschrieben (Anteilswert >70 %). Im Nichtwohnungsbau (~56 %) und Tiefbau (~43 %) werden konstante Relationen zwischen Neubau- und Bestand prognostiziert.

Im Gegensatz zur wachsenden Bedeutung der Baumaßnahmen zur Erhaltung und (priorisierten bzw. etappierten) Modernisierung des Gebäudebestandes gibt es über die Ausgangsgrößen, also die Wohngebäude sowie insbesondere die Nichtwohngebäude, keine aktuellen vollständigen und differenzierten Bestandsdaten. Dies ist nicht nur ein nationales, sondern ebenso ein europäisches Problem, dessen Lösung noch aussteht (Diefenbach et al. 2010; BIPE, ifo Institut 1999). Von besonderem Interesse sind neben der Gebäudeanzahl abgesicherte Daten über Alters-, Nutzungs- und Besitzerstrukturen, Bauqualität und Bauzustände sowie entsprechende dynamische Eigenschaften (u. a. Lebenszyklusedanke, Wertschöpfungskette, Ressourcenverbrauch und Umweltrelevanz). Es besteht erheblicher Bedarf an aktuellen raumbezogenen Erkenntnissen, die eine planungsbezogene Strategieentwicklung unterstützen und der begründeten Entscheidungsfindung zum angemessenen Umgang mit dem Gebäudebestand dienen. Vor dem Hintergrund des Bedarfs an bestandsorientierten Grunddaten erscheinen die Kernthemen dieses Beitrages für den Dialog geeignet: „Bestandsaufnahme – Erhebung und Abschätzung“ sowie „Quantifizierung – Mehrwert moderner Geoinformation“. Die zukunftsfähige Entwicklung und umweltverträgliche Optimierung des Gebäudebestandes ist in jedem Falle eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung.

## 2 Bestandsaufnahme – Erhebung und Abschätzung

Zur mengenmäßigen Erfassung des deutschen Gebäudebestandes wurden in der Vergangenheit zahlreiche Ansätze verfolgt, die hier verkürzt dargestellt werden. Es handelt sich entweder um (amtliche) Vollerhebungen oder angewandte Techniken zur Abschätzung:

*Statistische Vollerhebungen:* Umfangreiches Datenmaterial zur Qualität, Quantität und Struktur des deutschen Gebäudebestandes liefern die Vollerhebungen in Form der Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ). Diese sind jedoch mit hohen Kosten und großem Arbeitsaufwand verbunden und werden deswegen nur in sehr großen Zeitabständen durchgeführt. In der Regel werden die GWZ gemeinsam mit Volkszählungen anberaumt. Die GWZ richten die Erhebungsdokumente auf die gewünschten Merkmale und Tatbestände aus und bieten den Vorteil, dass sie eindeutigen Begriffsstrukturen unterliegen. Um das Datenmaterial im Detail zu bewerten, sind die Veröffentlichungen der jeweiligen Zählung einzusehen: Folgende Zeitpunkte für die BRD: 1950, 1956, 1961, 1968, 1987, 1995 bzw. die DDR: 1950, 1971, 1981. Seit 1950 wurde im Rahmen der GWZ aus Kostengründen auf die Erhebung von Nichtwohngebäuden in der BRD verzichtet. Von amtlicher Seite wurde seit der Wiedervereinigung im Jahre 1990 eine gesamtdeutsche Abschätzung des Wohnbaus nur über Fortschreibungsstatistiken und temporäre Stichproben realisiert. Für das frühere Bundesgebiet (BRD) wurden davor zuletzt Gebäudedaten am Zählungstichtag des 25.05.1987 und für die fünf ostdeutschen Länder und Berlin-Ost am 30.09.1995 erhoben. Die neue GWZ – mit Zählungstichtag 09.05.2011 – wird für den Wohnbau erstmals in allen 16 Bundesländern vergleichbare Daten veröffentlichen (voraussichtliche Veröffentlichung geplant 18 Monate nach Stichtag am 09.11.2012). Das Datenmaterial erlaubt weder die kleinräumige objektscharfe Verortung noch die vertiefende kleinräumige Analyse.

*Geometrische Vollerhebung:* Die von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV 2011) als verbindlich geltenden Objektschlüsselkataloge (OSKA) beschreiben die Grundrissinformation des Liegenschaftskatasters (Flurstücke, Gebäude). Es können mithilfe der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) bzw. in Bayern der Digitalen Flurkarte (DFK) u. a. die Gebäudeanzahl, die Gebäudegrundfläche und die dazugehörige Nutzung kleinräumig bestimmt werden. Die regionalen Katasterbehörden bemühen sich um die kontinuierliche Aktualisierung des gesamten Datenbestandes – in Innenstadtbereichen ebenso wie in ländlichen Regionen. Aktuell wird aber die flächendeckende Analyse zum deutschen Gebäudebestand auf Basis von Liegenschaftsinformationen noch erheblich erschwert, da der Bearbeitungsstand der ALK sehr stark zwischen den einzelnen Bundesländern variiert. Die Datenaktualität wird ausführlicher im Beitrag von Meinel, Scheffler in diesem Band diskutiert. Zukünftig werden nach Beschluss der AdV die bisherigen Teilkomponenten ALK und ALB (automatisiertes Liegenschaftsbuch) in ein System, dem

amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®) integriert und der Aufbau eines vollwertigen Geoinformationssystems angestrebt. ALKIS® ist in ein sogenanntes ‚AAA-Referenzmodell‘ eingebettet, das internationalen Normen (ISO/TC 211, OGC) und einer einheitlichen Modellierung unterliegt.

Die amtlichen Hausumringe beschreiben als ein weiteres Produkt der amtlichen Geoinformation die georeferenzierten Umringspolygone von Gebäudegrundrissen. Sie basieren in der Regel auf der Automatisierten Liegenschaftskarte. Es werden keine Attribute vorgehalten, die eine differenzierte Quantifizierung unterstützen.

Die Hauskoordinaten (georeferenzierte Gebäudeadressen) werden aus einer Verknüpfung der Adresse (Lagebezeichnung) eines Gebäudes und seiner exakten Lage (Verortung einer Lagebezeichnung) beschrieben. Das Liegenschaftskataster bildet ebenfalls die Datengrundlage für die Hauskoordinaten (Abgabe in den Koordinatensystemen Gauß-Krüger, UTM oder geografische Koordinaten). Die Hauskoordinaten erfassen aber nur die Gebäude, die über eine postalische Anschrift verfügen. Der Bestand an Nebengebäuden wird somit häufig nicht erfasst. Auch werden in diesen Geodaten keine Angaben über Nutzungsarten vorgehalten.

Als ergänzende Informationsquelle können ggf. Daten privater Geodatenanbieter, z. B. des Geomarketings, dienen, die auf anbieterspezifischen Erhebungsgrundlagen basieren (Infas Geodaten 2009).

*Fernerkundung:* Die Fernerkundung stellt im Kontext des Gebäudebestandes ein sehr junges Medium zur Daten- und Informationsgewinnung dar. Die Stärke der Fernerkundung liegt darin, Bilddaten in quantifizierbare Information zu transferieren. Die Erdbeobachtung ist ein unabhängiges, vergleichsweise günstiges, flächendeckendes und vor allem aktuelles Instrumentarium zur Gewinnung von bestandsorientierten Informationen. Die Gebäudenutzung ist zwar nicht direkt aus Luft- oder Satellitenbilddaten ableitbar, aber physische Strukturmerkmale können Hinweise auf die Gebäudeexistenz teilweise auch die Nutzung geben. Fernerkundungssensoren, wie z. B. WorldView I & II, Geoeye, Ikonos oder Quickbird, zeigen kleinräumige Strukturen und bilden die Untersuchungseinheiten als ein heterogenes System von Gebäuden, Straßen und Freiflächen ab. Multisensorale EO-Daten (z. B. QuickBird in Kombination mit flugzeuggetragenen Laserscanning-Daten) führen zu sehr detaillierten Daten. Im Ergebnis sind dann beispielsweise Gebäudegröße, Gebäudehöhe, Dachtyp, Lage u. a. quantifizierbar. Flugzeuggetragene Sensoren eröffnen langfristig Perspektiven zur (automatisierten) Inventarisierung von Katasterdaten. Das Problem ist längst nicht mehr die Erhebung selbst, das Problem ist die sichere automatisierte Ableitung der gewünschten Gebäudeinformationen.

*Kennziffermethode:* Die Schätzung mithilfe städtebaulicher Orientierungswerte eröffnet die Möglichkeit, sowohl das Mengengerüst des Gesamtbestandes als auch ergän-

zend dazu ausgewählte Nutzungsklassen zu quantifizieren. Für diesen Zweck müssen städtebauliche Richtlinien (u. a. sektorspezifische Kennziffern, wie z. B. Bürofläche pro Beschäftigter oder nutzerbezogene Kennziffern, wie z. B. Nutzfläche pro Schüler) ausgewertet werden, um annähernd eine Vorstellung von der Gebäudemenge zu erhalten, die in den angewendeten Planwerken der Vergangenheit formuliert wurden. Es lassen sich im Idealfall sowohl Gebäudezahlen als auch Flächen abschätzen. Allerdings ist die Genauigkeit insofern als kritisch einzustufen, als die Planungswerte nur selten mit der später tatsächlich realisierten Bebauungsstruktur übereinstimmen. Oftmals sind die zu Grunde gelegten Kennziffern und Nutzerzahlen auch räumlich geographisch sehr heterogen. Das Verfahren kann aus diesen Gründen letztlich nur ungenaue Gebäudeschätzwerte liefern.

*Kumulationsverfahren:* Die Aufsummierung der jährlichen Nettozugänge (= Bruttozugänge aus Fertigstellungen und Umbuchungen abzüglich Abgänge durch Abriss oder Umnutzung) ist zu empfehlen, um sich eine Vorstellung vom Gebäudemengengerüst und seiner Dynamik zu verschaffen. Die amtliche Bautätigkeitsstatistik bildet dazu eine wichtige Datenquelle. Es werden Wohngebäude, Wohnungen und Nichtwohngebäude nach Nutzungsklassen (z. B. Bürogebäude, Landwirtschaftliches Betriebsgebäude oder Anstaltsgebäude) differenziert ausgewiesen. Als zusätzliche Attribute werden Anzahl, Nutzfläche, Brutto-rauminhalt sowie Baukosten geführt. Die Aufsummierung bleibt aber insofern problematisch, da von Seiten der amtlichen Statistik der Gesamtbestand (Vollbestand) aus Wohn- und Nichtwohnbauten zuletzt im Jahre 1950 erfasst wurde. Es handelt sich dabei um eine relativ rudimentäre und räumlich nicht besonders hoch aufgelöste Erhebung (keine Gemeindedaten). Die zuvor genannten Zeitreihen der Bestandsveränderung sind somit nur bedingt geeignet, um den heutigen Gesamtbestand im Sinne einer Fortschreibungsstatistik herzuleiten. Es mangelt nach wie vor an zuverlässigen Erhebungen, die den Anfangsbestand bzw. den Bestand zu einem festen Zeitpunkt abbilden und dadurch die kumulative Vorgehensweise unterstützen.

Ergänzend anzumerken ist, dass einzelne Nutzungsklassen auch in nicht-amtlichen Unterlagen bereitgestellt werden, die aber eigentlich zu anderem Zweck gesammelt wurden. Genannt seien beispielsweise Statistiken aus dem Kultur- und Bildungsbereich oder Informationen anderer bundesweiter Institutionen, wie dem Deutschen Hotel- und Gaststättenverband (DEHOGA) oder das Baukosteninformationszentrum deutscher Architektenkammern (BKI). Es handelt sich zumindest mit Blick auf die Genauigkeit der amtlichen Statistik um ein datentechnisch fundiertes Verfahren. Dies ist jedoch für sich alleine ohne Kombination mit weiteren Techniken der Nacherfassung von Gesamtbeständen nicht geeignet, um den heutigen Gesamtbestand vollständig zu quantifizieren. Dies ist sowohl räumlichen als auch zeitlichen Datenlücken geschuldet.

*Hochrechnungsverfahren:* Es kann auch indirekt auf die Bestandsmengen geschlossen werden, indem man Daten aus vorhandenen vorrangig amtlichen Statistiken in-

telligent kombiniert. Ein Beispiel für ein Hochrechnungsverfahren sind Relationen von Bestands- und Neubaudaten im Wohnbau. Diese können dazu genutzt werden, um ähnliche Mengenrelationen für den Nichtwohnbau anzunehmen. Ausgehend von der jüngeren Entwicklung wird der Gesamtbestand im Nichtwohnbau rückwärtig hochgerechnet. Der Ansatz ist aber weder konjunktur- noch marktbereinigt. Es handelt sich somit hier nur um ein stark vereinfachtes Schätzverfahren, welches lediglich eine erste Grobeinschätzung erlaubt. Eine weitere Möglichkeit ist das Anlagevermögen, welches ein Hilfskonstrukt ist, um die Bestandsmengen sowohl für die Kategorie Wohnbau (= Wohngebäude) als auch Nichtwohnbau abzuschätzen (= Nichtwohngebäude sowie bauliche Anlagen und sonstige Bauten, d. h. Straßen, Brücken, Flugplätze, Kanäle u. a.). Mithilfe von Kostenkennzahlen wird die Hochrechnung realisiert (z. B. €/Gebäude, €/Fläche, €/Volumen). Zur Qualitätskontrolle eignen sich die fortgeschriebenen Angaben zum Bestand der Wohngebäude aus der amtlichen Statistik (z. B. Wohngebäudeanzahl). Die Validierung der Ergebnisse kann nur über den Vergleich mit bereits existierenden Schätzdaten erfolgen. Der Nichtwohngebäudebestand kann auf dieser Datengrundlage nicht in weitere Nutzungsklassen ausdifferenziert werden. Als dritte Möglichkeit eignet sich die Kombination von Gebäudedaten der amtlichen Vermessung und relativ leicht verfügbaren Daten der amtlichen Statistik (z. B. Bevölkerungsdaten). Anhand von bekannten Referenzobjekten (räumliche Untersuchungseinheiten) wird auf weitere, bisher nicht charakterisierbare Objekte geschlossen. Als bekannt wird ein Objekt bezeichnet, wenn sowohl allgemein statistisches Datenmaterial als auch Bestandsdaten vorliegen. Es handelt sich um ein rechercheintensives Verfahren, welches aber auf statistisch signifikanten Zusammenhängen basiert.

Tab. 1: Ausgewählte Arbeiten zur Schätzung des deutschen Gebäudebestandes

Bezeichnung	Raumbezug	Zeitbezug	Q	Z	F	V	A	N	O	K
Gierga, Erhorn 1993	National	1988		X	X					
EUROPARC 1999	National	1998			X		X	X		
Dt. Bundestag 1998	National	1991			X		X	X		
Thinh, Flöter 2009	Stadt	2009	X			X			X	
Behnisch, Ultsch 2009	Gemeinden	2007	X	X						
Diefenbach et al. 2010	Kehrbezirke	2010								X

\* Q = Qualitätskontrolle bzw. Ansatz zur Überprüfung der Genauigkeit; Z = Anzahl; F = Fläche; V = Volumen; A = Altersklasse; N = Nutzungsklasse; O = Gebäudeoberfläche; K = Konstruktion

Tabelle 1 dokumentiert ausgewählte Schätzansätze und ihre jeweiligen Eigenschaften. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die genannten Ansätze von sehr unterschiedlicher Komplexität gekennzeichnet sind. Die meisten Hochrechnungen legen den Schwerpunkt auf die nationale Ebene. Wirklich belastbare Bestandsdaten zu Flächen und Volumina der Nichtwohngebäude liegen allerdings noch nicht vor (BMVBS 2011, 11).



Für einzelne Städte wurden Gebäudevolumen und Gebäudeoberflächen mit Laserscannerdaten systematisch quantifiziert (Thinh 2009). Die Validierung erfolgt mit Daten des SettlementAnalyzer (Meinel et al. 2009). Der gemeindegroße Schätzansatz (Behnisch, Ultsch 2009) bildet für diesen Beitrag das Referenzsystem, da dieser sowohl räumlich hoch aufgelöst konzipiert wurde als auch im Vergleich zu seinen Vorgängerarbeiten überprüfbar ist, d. h. es wurde explizit die Genauigkeit nachgewiesen.

### 3 Quantifizierung – Mehrwert moderner Geoinformation

In jüngster Zeit deuten standardisierte Erhebungsprogramme (z. B. ALKIS® als Referenzmodell, siehe dazu auch den Beitrag von Kunze in diesem Band), darauf hin, dass die Quantifizierung des deutschen Gebäudebestandes und dessen feinteilige, attributive Charakterisierung künftig erleichtert werden. Der Beitrag von Wolfram in diesem Band verweist in Verbindung mit dem theoretischen Konzept sozio-technischer Systeme auf das Potenzial, welches sich durch die intelligente Nutzung von Geoinformationstechnologien darbietet. Im Folgenden werden Daten der Gebäudeadressen sowie gemeindegroße Bestandskennwerte vorgestellt. Aufgrund der Analyse und Verschneidung verschiedener Datenquellen liegen erste Resultate auf kleinräumiger Ebene vor und ermöglichen vertiefende Folgearbeiten.

#### 3.1 Bestandsmengen auf kleinräumiger Ebene

Angestrebt wird die präzise Abschätzung des Gebäudebestandes auf kleinräumiger Ebene. Eine Möglichkeit dazu eröffnet sich in jüngster Zeit durch die Nutzung von Hauskoordinaten mit einer Lagegenauigkeit von  $\pm 0,5$  m. Es kann allerdings nur indirekt auf die Gesamtmenge des Gebäudebestandes geschlossen werden, da nur Gebäude mit einer postalischen Adresse erfasst sind. Aktuell existieren insgesamt ca. 22 Mio. Gebäudeadressen in Deutschland. Wahrscheinlich stehen davon 18 Mio. Gebäudeadressen in direktem Zusammenhang mit einer Wohnnutzung (destatis, 2011). Es lassen sich im Durchschnitt 80 % der Gebäudeadressen mit einer Wohnnutzung in Bezug setzen. Annähernd 650 000 Adressen stehen in Relation zu Industrie- und Gewerbeflächen. Die weiteren Gebäudeadressen stehen im Zusammenhang mit Flächen, wie zum Beispiel der besonderen funktionalen Prägung oder Flächen, die sich nicht im Bereich von Ortslagen befinden.

Für Berechnungen und Visualisierungen muss der Punktdatenbestand der Hauskoordinaten auf eine Bezugsfläche kumuliert werden. Rasterdaten haben durch die einheitliche Flächengröße gegenüber den ungleichen Flächengrößen von administrativen Gebiets-einheiten den Vorteil einer exakten flächenmäßigen Vergleichbarkeit. Abbildung 1 zeigt die adressierten Gebäude in einer Rasterkarte (1\*1 km Zellgröße) für das Jahr 2010 (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: Georeferenzierte Adressdaten Bund – GAB).

Ungefähr ein Drittel der Rasterzellen enthält kein adressiertes Gebäude, dies entspricht 132 850 Rasterzellen. Die Rasterzellen mit mindestens einem Gebäude (= 228 839 Rasterzellen) werden in vier Quantile klassifiziert, so dass jede Klasse letztlich über die gleiche Anzahl von Datenwerten verfügt. Drei Viertel dieser Rasterzellen verfügen demnach über weniger als 97 Gebäudeadressen. Erwartungsgemäß sind die Großstadtreionen, in denen rund 75 % der Bevölkerung leben, maßgeblich von einer großen Adressanzahl gekennzeichnet. 150 Gemeinden wurden identifiziert, die bereits über ein Viertel der adressierten Gebäude verfügen (= 5 656 082 adressierte Gebäude). Fast 2/3 der adressierten Gebäude entfallen auf die vier Länder Nordrhein-Westfalen (Anteilswert 20 %), Bayern (16 %), Baden-Württemberg (14 %) und Niedersachsen (11 %).

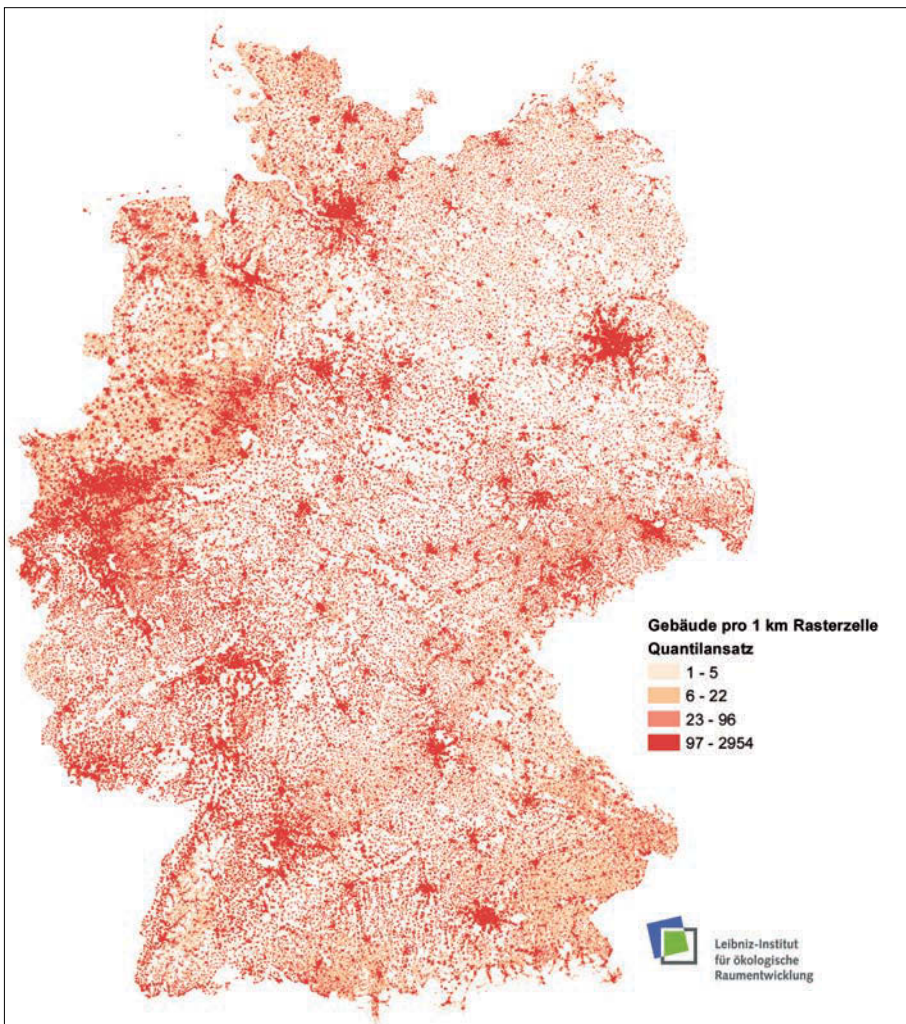


Abb. 1: Adressierte Gebäude im 1 km Raster 2010 (Quelle: BKG, eigene Berechnung, 2011)

### 3.2 Gemeindebezogene Bestandskennwerte im Vergleich

Anhand von leicht zugänglichen Gemeindestrukturdaten und auf Basis von Gebäude- und Adressdaten aus der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) konnte in der Vergangenheit der deutsche Gebäudebestand gemeindefach abgeschätzt werden (Behnisch, Ultsch 2009). Grundlage für die räumlich relativ hoch aufgelösten Schätzergebnisse bildete eine umfassende Dateninspektion (Verteilungsuntersuchung, Datentransformation) der Ausgangsdaten (ca. 130 Variablen, Zeitbezug annähernd 2007). Anhand von Korrelationsrechnungen und Scatter-Dichte-Plots wurde ein log-linearer Zusammenhang zwischen dem Wohnbaubestand und dem Gesamtbestand an Gebäuden (= Summe Gebäude aus der ALK) sowie der Bevölkerung und dem Gesamtbestand aufgedeckt. Mithilfe von Regressionsrechnung erfolgte die gemeindebezogene Schätzung, die mit Lern- und Testdatensätzen in ihrer Qualität geprüft wurde. Aus dem Schätzansatz wurden drei wesentliche Erkenntnisse gewonnen:

1. In Deutschland existieren vermutlich ca. 38 Millionen Gebäude.
2. 20 % der Gemeinden enthalten bereits 80 % des Gesamtbestandes.
3. Diejenigen Gemeinden mit einer großen Anzahl an Wohngebäuden bzw. einer großen Bevölkerungszahl weisen die größten Abweichungen bei den abgeschätzten Bestandsgrößen auf.

In Abbildung 2 wird dieses Schätzergebnis (Gesamtbestand) nun mit weiteren Kennwerten zum Wohnbau und der Anzahl von bekannten Gebäudeadressen untersetzt. Es

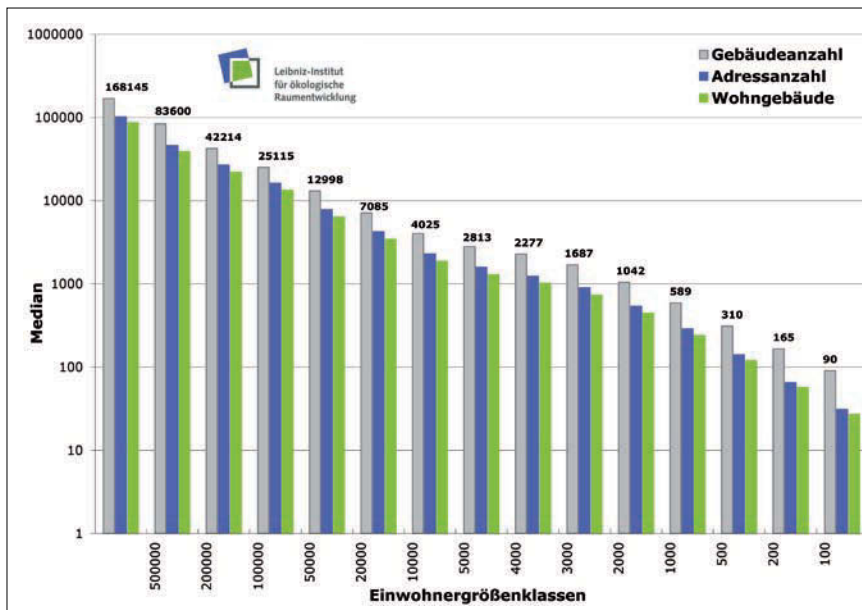


Abb. 2: Verschneidung von Gebäude- und Adressdaten nach Einwohnergrößenklassen der deutschen Gemeinden, Zeitbezug 2007 (Quelle: Behnisch, Ultsch 2009; BKG 2011)

handelt sich um den Vergleich des Medians, der für jede Einwohnergrößenklasse (Statistisches Bundesamt, Stand: 31.12.2009) ausgewiesen ist. Vermutlich verfügen demnach sehr viele Gemeinden über nicht adressierte Gebäude, die vorrangig im Nichtwohnbau als Nebengebäude zu suchen sind. Von den Autoren wird ein Schätzrisiko formuliert, da Gebäudedaten auf Gemeindeebene bundesweit nur schwer mit vollständig einheitlichem jährlichem Zeitbezug zu beschaffen sind.

## 4 Fazit und Ausblick

Ein quantitativer Ansatz, der kleinräumig die Quantifizierung des vollständigen Gebäudebestandes und eine fundierte Bestandsabschätzungen zu Alters- und Nutzungsklassen ermöglicht, ist bisher noch nicht etabliert (BMVBS 2011, 123). Da in der Vergangenheit mit verschiedenen Methoden Bestandsmengen in variierender Qualität und in unterschiedlicher Gliederungstiefe ermittelt wurden, reicht es nach Meinung der Autoren nicht aus, sich auf wenige Datenquellen und nur eine Schätzmethode zu beschränken. Es ist vielmehr hilfreich, diverse Ergebnisse für die jeweils aufgezeigten Techniken zu generieren und mithilfe von Gütemaßen zu vergleichen. Die resultierenden Angaben zum Bestand können sich dann idealerweise ergänzen, eine Bandbreite aufzeigen bzw. zur gegenseitigen Validierung genutzt werden. Unter dem Aspekt der wachsenden Verfügbarkeit von raumbezogenen digitalen Daten und leistungsstarker GI-Systeme ist damit zu rechnen, dass sich umfassendere Lösungsmöglichkeiten für die bestandsorientierte Raumanalyse ergeben werden. Das Datenmaterial wird nicht mehr nur auf administrative Einheiten aggregiert sein, so dass eine genauere Wiedergabe der tatsächlich vorhandenen Bestandssituation vorstellbar wird. In diesem Zusammenhang sei auch nochmals auf das Auswertungspotenzial verwiesen, das sich durch die bundesweit standardisierten Gebäudedaten eröffnet, d. h. Modellierungsformen, die Bezug auf das AAA-Referenzmodell nehmen.

Eine präzise Kenntnis der Bestandsmengen und räumlichen Eigenschaften ist im Hinblick auf die zukunftsorientierte Entwicklung des deutschen Gebäudebestandes von großem Vorteil. Gerade unter dem Gesichtspunkt der Ressourceneffizienz ist es wünschenswert, einen möglichst großen Anteil der vorhandenen Gebäudesubstanz und Infrastrukturanbindungen zu erhalten, zu nutzen sowie bei Bedarf durch Sanierungen (z. B. baukonstruktiv, technisch, energetisch, ökologisch u. a.) und intelligent geplante (kleinere) Umbauten aufzuwerten. Aufbauend auf den Resultaten der datengetriebenen Schätzansätze besteht die Herausforderung darin, direkt verständliche Grundlagen für Planer und Entscheidungsträger zu erarbeiten.

Es müssen nicht nur Datenmodelle entwickelt werden, sondern auch Erklärungs- und Messmodelle, die einen expliziten Raumbezug aufweisen und sich zur bestandsorientierten Wissensgewinnung sowie zur Strategieentwicklung eignen. Benötigt werden

neben ressourceneffizienten auch lebensstilgerechte Strategien, die Bezug auf die gesellschaftlichen Tendenzen der jüngeren Vergangenheit nehmen. Der Ressourceneinsatz wird beispielsweise beeinflusst durch die demographischen Veränderungen als differenzierte Muster von Bevölkerungswachstum und -rückgang; die Pluralisierungs- und Internationalisierungstendenzen der Gesellschaft, verbunden mit wahrnehmbaren Veränderungen der Lebens- und Konsumstile; die fortgeschrittene Transformation einer Industrie- in eine Wissensökonomie, gekoppelt an massive Veränderungen der Arbeits-, Waren- und Dienstleistungsmärkte in einem liberalisierten Weltmarkt. Vor diesem Hintergrund besteht erhöhter Bedarf für einen grundsätzlich veränderten Umgang mit dem Gebäudebestand. Nachverdichtung, Innenverdichtung, Nutzung von Brachen, aber auch Zwischennutzung und Rückbau sind in diesem Kontext planungsrelevante Handlungsfelder. Die Neuinanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche kann auf diese Weise deutlich reduziert werden.

## 5 Literatur

- Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) (2011): Objektschlüsselkataloge OSKA. Onlinedokument: [www.adv-online.de](http://www.adv-online.de) (Zugriff 13.08.2011).
- Behnisch, M.; Ultsch, A. (2009): Estimating the number of buildings in Germany. In: Fink, A.; Lausen, B.; Seidel, W.; Ultsch, A. (eds.): *Advances in Data Analysis, Data Handling and Business Intelligence* (Proc. of the 32nd Annual Conference of the Gesellschaft für Klassifikation e. V., July 16-18, 2008, Hamburg), Springer Verlag, Berlin, pp. 311-318.
- BIPE und ifo Institut (Hrsg.) (1998/99): *EUROPARC – Der Gebäudebestand in Europa: Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien und Spanien*, Boulogne-Billancourt und München (nicht veröffentlicht).
- Bringezu, S. (2004): *Erdlandung. Navigation zu den Ressourcen der Zukunft*. Stuttgart, Leipzig.
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2007): *Grundlagen für die Entwicklung von Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudebestand – Untersuchungen über die bautechnische Struktur und den Ist-Zustand des Gebäudebestandes in Deutschland*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Selbstverlag), Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2009): *Bestandsmaßnahmen stützen dauerhaft die Baunachfrage*. In: *BBSR-Berichte KOMPAKT 04/2009*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Selbstverlag), Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2010): *Die europäische Bauwirtschaft*. In: *BBSR-Berichte KOMPAKT 08/2010*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Selbstverlag), Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2011): *Struktur der Bestandsinvestitionen*. In: *BBSR-Berichte KOMPAKT 12/2011*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Selbstverlag), Bonn.

- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2006): Zukunft der Stadtentwicklung liegt im Bestand. Pressemitteilung vom 26. Oktober 2006, Nr.: 344/2006.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2011): Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland. BMVBS-Online-Publikation 16/11.
- Bundesministerium für Umwelt (BMU) (Hrsg.) (2007): Der ökologische New Deal – Gründung des Netzwerks Ressourceneffizienz. Onlinedokument: <http://www.netzwerk-ressourceneffizienz.de/info/presse/index.htm> (Zugriff 13.08.2011).
- Bundesregierung (Hrsg.) (2009): Unterrichtung durch die Bundesregierung. Bericht über die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Deutschland (04. Juni 2009), Bundestag Drucksache 16/13325.
- Bundesvereinigung Bauwirtschaft, (Hrsg.) (2011): Geschäftsbericht 2010. Selbstverlag, Berlin.
- Deutscher Bundestag (Hrsg.) (1998): Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ des 13. Deutschen Bundestages: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlussbericht. BT-Drucksache 13/11200. Bonn.
- Diefenbach, N.; Cischinsky, H.; Rodenfels, M.; Clausnitzer, K.-D. (2010): Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Institut Wohnen und Umwelt und Bremer Energieinstitut (Hrsg.), Darmstadt, Bremen.
- EPBD (2011): Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Abkürzungen: GEEG = Gesamtenergieeffizienz von Gebäude bzw. EPBD = Energy Performance of Buildings Directive). Neufassung: 8. Juli 2010.
- Euroconstruct (eds.) (2011): 71th Euroconstruct Summary Report (71st EUROCONSTRUCT Conference – Helsinki 16-17 June 2011). Online: <http://www.euroconstruct.org/index.php> (Zugriff 13.09.2011).
- European Commission (EU) (Hrsg.) (2011): Regional policy contributing to sustainable growth in Europe 2020. Onlinedokument: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/official/communic/comm\\_en.htm](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/communic/comm_en.htm) (Zugriff 13.08.2011).
- Gierga, M.; Erhorn, H. (1993): Bestand und Typologie beheizter Nichtwohngebäude in Westdeutschland, IKARUS Teilprojekt 5: Haushalte und Kleinverbraucher, Jülich.
- Infas Geodaten (Hrsg.) (2009): Marktführer Geomarketing. 2. Auflage, Bonn.
- Jessen, J.; Siedentop, S.; Zakrzewski, P. (2011): Rezentralisierung der Stadtentwicklung? Kleinräumige Untersuchung des Wanderungsgeschehens in deutschen Großstädten. In: Brake, K., Hefert, G. (Hrsg.): Reurbanisierung? Zwischen Diskurs und Realität. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Kristof, K.; Hennicke, P. (2010): Final Report on the Material Efficiency and Resource Conservation (MaRes) Project. Wuppertal.

- Meinel, G.; Hecht, R.; Herold, H. (2009): Analyzing Building Stock using Topographic Maps and GIS. In: *Building Research & Information*. Vol. 37 Nr. 5-6, S. 468-482.
- Oxford Economics (eds.) (2009): *Global Construction Perspectives – Global Construction 2020, A global forecast for the construction industry over the decade to 2020*, London.
- Siedentop, S.; Gornig, M.; Weis, M. (2011): Szenarien der Raumentwicklung. Interdisziplinäre Szenario-Werkstatt in Zusammenarbeit mit externen Experten. „Politikberatung kompakt“, Heft 60. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (destatis 2010a): *Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Detaillierte Jahresergebnisse – Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 2: Energie, Rohstoffe*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (destatis 2010b): *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung – Detaillierte Jahresergebnisse – Fachserie 18 Reihe 1.4*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (destatis) und Deutsche Bundesbank (Hrsg.) (2010): *Sektorale und gesamtwirtschaftliche Vermögensbilanzen 1992-2010*. Wiesbaden.
- Thin, N. X.; Flöter, A. (2009): Quantifizierung des Gebäudevolumens und der Gebäudeoberfläche in 116 kreisfreien Städten Deutschlands. In: Strobl, J.; Blaschke, Th.; Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2008. Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg*. Heidelberg: Wichmann, 2008, S. 69-77.
- Wallbaum, H.; Kummer, N. (2006): *Entwicklung einer Hot Spot-Analyse zur Identifizierung der Ressourcenintensitäten in Produktketten und ihre exemplarische Anwendung. Studie im Rahmen des BMBF-Projektes „Steigerung der Ressourcenproduktivität als mögliche Kernstrategie einer nachhaltigen Entwicklung“*. Triple innova GmbH, Wuppertal.





# Siedlungsflächenmonitoring in Rasterkarten

*Markus Dießelmann, Gotthard Meinel, Robert Hecht*

## Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse der Überführung qualitativer vektorbasierter Flächennutzungsinformationen in Rasterkarten vorgestellt. Dazu wird insbesondere auf die Überführung der baulich geprägten Siedlungsfläche (im Folgenden Siedlungsfläche genannt) und deren Abbildung im Raster samt den damit einhergehenden Transformationseffekten eingegangen. Neben der monotemporären Darstellung ist auch das Monitoring für die Beurteilung der zeitlichen Entwicklung von Bedeutung.

## 1 Einführung

Eine möglichst objektive und genaue Beschreibung der Siedlungsstruktur erfährt durch die Herausforderungen des demographischen Wandels und die Ansprüche der Ressourceneffizienz von Siedlungen eine wachsende Bedeutung. In diesem Zusammenhang sollen siedlungsstrukturelle Kennzahlen auf Rasterbasis erzeugt werden, da die Nutzung von Rasterkarten eine Vielzahl an Vorteilen bietet. Neben der räumlich-zeitlichen Vergleichbarkeit ohne aufwendige Umrechnungen und Vorteilen gegenüber der ausschließlichen Nutzung administrativer Gebietseinheiten als Bezugsgrundlage (Wonka 2009), ist die zunehmende Bedeutung von Rasterkarten durch Eurostat-Vorgaben (European Commission – EUROSTAT 2005) und INSPIRE-Richtlinien (INSPIRE Thematic Working Group 2010) hervor zu heben.

Das Rasterkonzept kann in unterschiedlichen Feldern Anwendung finden, so z. B. zur Modellierung sozioökonomischer Daten (u. a. Tammilehto-Luode, Becker 1999; Avellar et al. 2009), Vulnerabilitätsmodellierung (Roy, Blaschke 2011), die Anwendung in zellulären Automaten (Thin, Vogel 2005) oder für Generalisierungsprozesse (Peter, Weibel 1999). Die rasterbezogene Abbildung der baulich geprägten Siedlungsfläche und siedlungsstruktureller Kennzahlen wie Geschossflächenzahl bzw. -dichte, Gebäudevolumen bzw. -dichte oder einwohnerbezogene Kennzahlen, pro Gebäudeverband oder Baublock, findet bisher wenig Beachtung in der Literatur. Bei der Überführung eines flächenhaften Merkmales wie der Siedlungsfläche in eine Rasterzelle wird meist nach dem Kriterium der Flächendominanz vorgegangen und ab einem Wert von 50 % Flächenanteil eine Zuordnung getroffen (bspw. Milego, Ramos 2011). In diesem Beitrag wird gezeigt, dass ein sinnvoller Schwellwert des Rasterzellenanteiles, ab dem eine Rasterzelle als Siedlungsfläche anzusehen ist, je nach Eingangsdaten und Methode variieren kann.

## 2 Datengrundlagen

Für die folgenden Untersuchungen wurde auf Datensätze des am Leibniz- Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) bearbeiteten Verbundprojektes REFINA-DoRif<sup>1</sup> (Meinel, et. al. 2011) zurückgegriffen. Die Ausgangsdaten sind Ergebnis einer automatischen Auswertung mit dem Programm SEMENTA<sup>®</sup>-CHANGE (*SettlementAnalyzer*). Damit ist es möglich, auf Grundlage des ATKIS-Basis DLM (Objektgruppe: *Baulich geprägte Fläche*) und analoger Topographischer Karten, die bebaute Siedlungsfläche in hoher Auflösung automatisiert auszuwerten. Zu diesem Zweck wurde, basierend auf der Gebäudestruktur (abgeleitet aus Topographischen Karten), die Siedlungsfläche früherer Zeitschnitte durch Rückprojektion abgeleitet (Meinel et al. 2009; Hecht et al. 2010; Meinel et al. 2011). Dieser Ausgangsdatensatz enthält 66 Gemeinden bzw. Städte des Regierungsbezirkes Düsseldorf zu fünf verschiedenen Zeitschnitten und wurde für die Untersuchungen zur Siedlungsfläche und deren Monitoring in Rasterkarten entsprechend aufbereitet. Die fünf Zeitschnitte variieren, da sie von den Veröffentlichungsjahren der Topographischen Karten abhängig sind, aus denen sie rückprojiziert wurden. Der erste Zeitschnitt enthält die Siedlungsfläche für die jeweiligen Gemeinden bzw. Städte zu einem Zeitpunkt, welcher zwischen 1982 und 1986 liegt. Die folgenden vier Zeitschnitte liegen in einem vier bis sechs Jahresintervall bis zum aktuellsten Zeitpunkt 2004 bis 2006. Für die Siedlungsflächendatensätze wurde, basierend auf ihrer Ausdehnung ein vektorbasiertes Raster mit einer Zellgröße von 125 m x 125 m erstellt. Anschließend wurde dieser mit den Vektordatensätzen verschnitten, um die Bezugsgrundlage für die Rasterzellenzuweisung für den finalen Rasterdatensatz zu schaffen. An diesen vorerst attributlosen Rasterdatensatz werden die im Folgenden erläuterten Berechnungsergebnisse in Form von Attributen angehängen. Der Siedlungsflächenanteil pro Rasterzelle wird jeweils errechnet und in den finalen Rasterdatensatz übernommen.

## 3 Darstellung der Siedlungsfläche in Rasterkarten

Wird die im Vektorformat vorliegende Siedlungsfläche in Rasterkarten überführt, so werden die qualitativen Ausprägungen in quantitative Ausprägungen (Flächenanteile) transformiert. Für räumliche Analysen liegen dann Flächenanteile pro Rasterzelle vor. Möchte man allerdings die Siedlungsfläche kartographisch visualisieren (qualitative Unterscheidung zwischen Siedlung und Nicht-Siedlung), so muss ein Generalisierungsprozess erfolgen. Für diese Wandlung stehen mehrere Ansätze zu Verfügung. Die generalisierte Abbildung der Siedlungsfläche kann unter verschiedenen Optimierungskriterien erfolgen, so z. B. möglichst flächen- oder formtreu. In diesem Beitrag wird auf die Optimierungsstrategie einer flächentreuen Transformation, im Folgenden kurz Flächensum-

<sup>1</sup> „Designoption und Implementation von Raumordnungsinstrumenten zur Flächenverbrauchsreduktion“ (DORIF) ist ein Verbundprojekt des Förderschwerpunktes „Forschung für der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement“ (REFINA).

menwahrung genannt, eingegangen. Allerdings kann es vorkommen, dass kleine Siedlungskörper, deren Fläche deutlich unterhalb einer Rasterzellengröße liegen und die eine entsprechende Distanz zu anderen Siedlungsflächen haben, nicht mit in die Rasterkarte übernommen werden, wenn das Kriterium der flächentreuen Transformation angewendet wird. Ausnahmeregeln bzw. der Einbezug des Optimierungskriteriums Formtreue können für diesen Fall Abhilfe schaffen.

Die Flächensummenwahrung zielt darauf ab, dass die in der Rasterkarte dargestellte Siedlungsfläche der aufsummierten Siedlungsflächen des vektorbasierten Eingangsdatensatzes möglichst nahe kommt. Mit den vorgestellten Methoden erhalten die Rasterzellen die qualitativen Attributausprägungen für Siedlung oder Nichtsiedlung (den jeweiligen Zeitschnitt im Falle des Monitorings) nach verschiedenen Kriterien, die im Folgenden erläutert werden. Dazu wird im monotonen Fall nur der aktuellste Zeitschnitt des Eingangsdatensatzes genutzt, während für das Monitoring alle fünf Zeitschnitte benutzt werden.

### **3.1 Zur statischen Abbildung von Siedlungsflächen in Rasterkarten**

Die Überführung der Siedlungsfläche in eine Rasterkarte nach dem Kriterium der Flächensummenwahrung basiert darauf, dass die Flächensumme der als Siedlung klassifizierten Rasterzellen der Siedlungsfläche des vektorbasierten Eingangsdatensatzes möglichst nahe kommt. Die Klassifizierung erfolgt über einen Schwellwert des Rasterzellenanteils (SRZA), der über die Zuordnung der Zelle in Siedlung und Nichtsiedlung entscheidet. Bei einer Siedlungsfläche von 100 ha und einer Rasterzellgröße von 125 m x 125 m (entspricht einer Rasterzellengröße von 1,5625 ha), sollten demnach ca. 64 Rasterzellen der Klasse Siedlung zugeordnet werden.

Für jeden der 66 Siedlungsflächendatensätze wurde nun ein individueller SRZA bestimmt und damit eine Klassifikation nach Flächensummenoptimierung vorgenommen. Um einen optimierten SRZA pro Datensatz zu bestimmen, wurde der Schwellwert beginnend bei 30 % iterativ in 0,1 %-Schritten erhöht und die resultierende Zahl von Siedlungsrasterzellen berechnet. Diese wurden jeweils mit der Siedlungsfläche des Eingangsdatensatzes verglichen und der SRZA ausgewählt, der zu einer minimalen Differenz führte. (Dieser Ansatz der Einzelberechnung für jeden Siedlungsflächendatensatz wird in weiterführenden Untersuchungen noch überdacht, da er wegen der Abhängigkeit von der Gebietsgröße bei Gebietsreformen in einem Monitoring problematisch ist.). Die Ausprägungen der Grenzwerte für die Orte des Untersuchungsgebietes reichen von 35,1 % bis 51,7 %, der Mittelwert beträgt 43,8 %. Abbildung 1 zeigt den Vergleich der Siedlungsflächen in der ursprünglichen Vektorkarte und deren Abbildung in der Rasterkarte an zwei Beispielen mit stark voneinander abweichenden Schwellwerten. Die unterschiedlichen Siedlungsstrukturen bedingen unterschiedliche SRZA. Während

die Gemeinde Wachtendonk eine sehr fragmentierte Siedlungsform besitzt, zeigt Hilden eine kompakte Siedlungsform. Dieser Zusammenhang zwischen Kompaktheit der Siedlungsform und Ausprägung des SRZA fällt auch bei anderen Gemeinden auf.

Aus diesem Grund wurde nach dem Zusammenhang zwischen der Anordnung der Siedlungsflächen und dem SRZA gesucht. Dazu wurden Siedlungsflächendatensätze mit sehr kleinen bzw. großen SRZA aufbereitet. Das sind 10 Gemeinden mit einem SRZA < 40 % bzw. 6 Gemeinden mit einem SRZA > 50 %. Dazu wurden alle aneinandergrenzende Siedlungsflächen in dem Vektordatensatz zusammengefasst.

Bei vielen miteinander verbundenen Flächen verringert sich deren Anzahl demnach stärker als bei isolierten Flächen. Wachtendonk weist 463 Siedlungsflächen auf, die sich nach der Verschmelzung auf 239 reduziert haben (Hilden: von 533 auf 38).

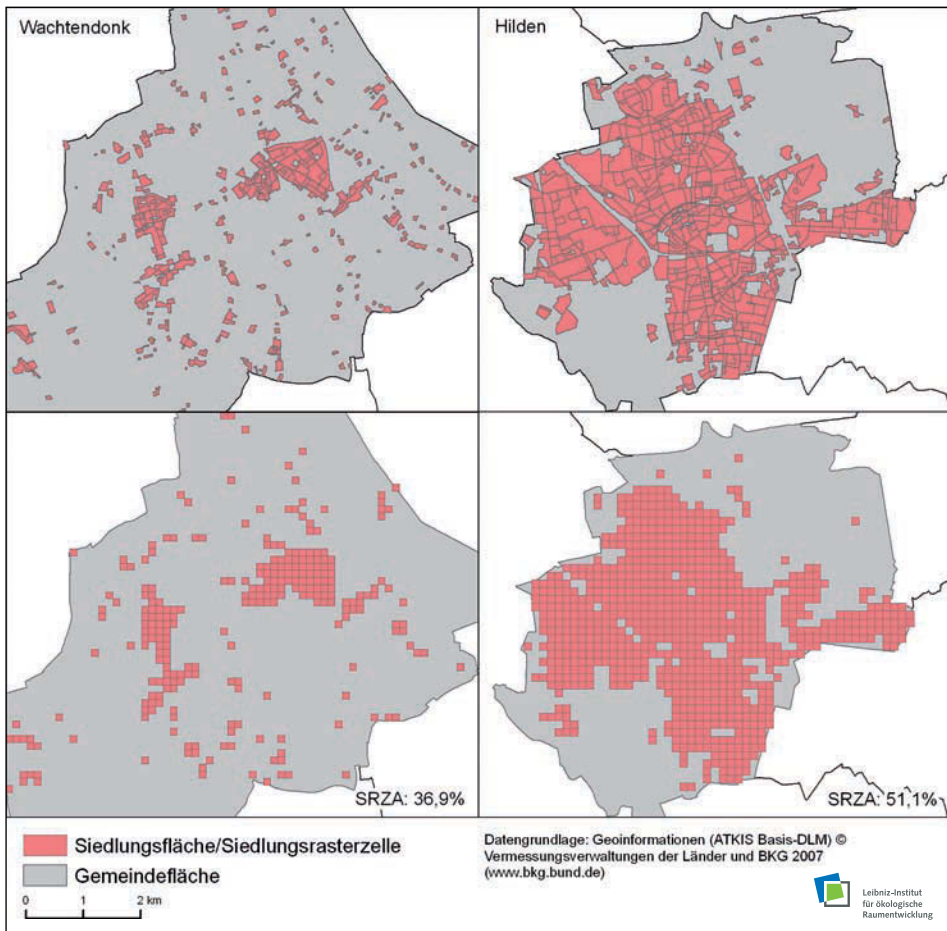


Abb. 1: Vergleich zweier Gemeinden mit unterschiedlichem Schwellwert des Rasterzellenanteils (Quelle: Eigene Untersuchungen)

Im Folgenden wurde das Verhältnis der Siedlungsflächenanzahl (VSA) als Maß für den Fragmentierungsgrad gebildet. Dazu wurde der Quotient aus der Anzahl der zusammengefassten Siedlungsflächen und der Anzahl der originalen Siedlungsflächen in der Vektorkarte errechnet. (In dem vektorbasierten ATKIS-Eingangsdatensatz werden zusammenhängende Siedlungsflächen durch Straßen in einzelne Baublöcke unterteilt.) Der Wertebereich des VSA liegt zwischen  $>0$  und 1 (Wachtendonk 0,52, Hilden 0,07). Tabelle 1 zeigt anhand einiger Gemeinden mit hohem und niedrigem SRZA den jeweiligen VSA. Es deutet sich an, dass der VSA mit zunehmendem SRZA abnimmt. Inwiefern sich dieser Trend bestätigen lässt wird die Auswertung der Datensätze aller Gemeinden zeigen. Falls sich dieser Zusammenhang mit entsprechend großer Korrelation bestätigt, kann der SRZA direkt aus dem VSA abgeleitet werden ohne die Berechnungen für den SRZA durchzuführen.

Tab. 1: Vergleich der Ausprägungen des Schwellwertes des Rasterzellenanteils (SRZA) mit dem Verhältnis der Siedlungsflächenanzahl (VSA) für ausgewählte Gemeinden/Kreisfreie Städte

Gemeinde/Stadt	Anzahl Siedlungsflächen	Anzahl Siedlungsflächen zusammengefasst	SRZA in %	VSA
Schermbeck	836	474	35,12	0,57
Wachtendonk	463	239	36,86	0,52
Alpen	766	405	37,41	0,53
Kranenburg	606	262	39,25	0,43
Mönchengladbach	3 763	346	50,55	0,09
Duisburg	4 545	400	50,6	0,09
Hilden	533	38	51,13	0,07

### 3.2 Zum Monitoring von Siedlungsflächenentwicklungen in Rasterkarten

Auch auf Rasterkartenbasis soll ein Monitoring von Siedlungsflächenentwicklungen ermöglicht werden. Das erfordert die Differenzierung von Rasterzellen hinsichtlich ihrer Entwicklung des Siedlungsflächenanteils. Demnach müssen Kriterien gefunden werden, nach denen eine Rasterzelle eine Siedlungsflächenänderung erfährt. Die Untersuchungen wurden für die Stadt Krefeld und Daten der fünf Zeitschnitte 1983, 1989, 1995, 1999 und 2006 durchgeführt.

Pro Rasterzelle wurde zunächst der Anteil der Siedlungsfläche für jeden einzelnen Zeitschnitt errechnet. Aus  $n$  Zeitschnitten ergeben sich somit  $n$  Anteile pro Zelle, die sich ändern oder konstant bleiben können. Für die vorliegenden fünf Zeitschnitte von Krefeld liegen die Attribute  $j_1$  (Anteil Siedlungsfläche Zeitschnitt 1983) bis  $j_5$  (Zeitschnitt 2006) vor. Es werden zusätzlich die absoluten Änderungen  $c_1$  bis  $c_4$  zwischen den Zeitschnitten berechnet. In dieser Form sind sowohl positive als auch negative Änderungen möglich.

Das Siedlungsflächenmonitoring erfordert die Ableitung von Informationen über die Dynamik (Konstanz oder Änderung) der Siedlungsfläche sowie den Zeitraum, in dem eine Änderung stattfand. Die zeitliche Änderung soll über die Attributausprägungen *konstant* oder *nicht konstant* mit den jeweils  $n-1$  Zeiträumen zwischen den  $n$  Zeitschnitten abgespeichert werden. Wenn keine Änderung über die Zeit stattgefunden ist  $c_1=c_2=c_3=c_4=0$ . Aber auch, wenn  $j_2, j_3, j_4$  oder  $j_5$  kleiner  $j_1$  ist (s. Abb. 2, Links,  $j_1$  ist größer als der neue Zeitschnitt  $j_2$  und damit wird  $j_1$  übernommen). Allerdings führt diese Regel zu einer starken Unterschätzung der konstanten Siedlungsfläche in der Rasterkarte. Für eine bessere Abbildung der Siedlungsflächen wurden darum folgende Regeln untersucht: Finden in einer Rasterzelle eine oder mehrere Änderungen der Siedlungsfläche über die Zeiträume statt, muss entschieden werden, welcher Zeitraum als Entstehung der neuen Siedlungsfläche übernommen werden soll. So kann beispielsweise der Zeitraum mit der flächengrößten Änderung pro Rasterzelle übernommen werden. Entweder wenn diese größer als die vorhandene Siedlungsfläche im Zeitschnitt  $j_1$  (s. Abb. 2 Mitte,  $j_2$  ist größer als  $j_1$  und damit erfolgt die Übernahme von  $j_2$ ) ist oder auch ohne dieser Einschränkung.

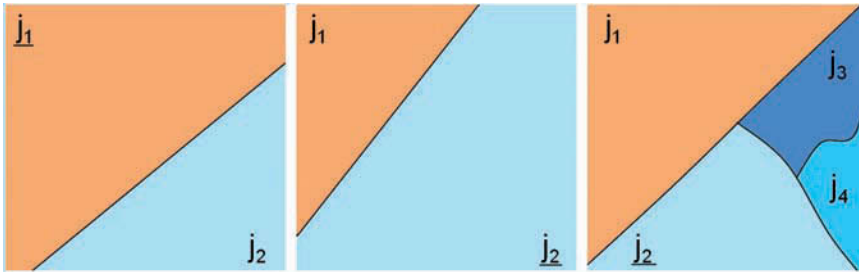


Abb. 2: Siedlungsflächenentwicklungen innerhalb einer Rasterzelle und deren Zuordnung (unterstrichene Indizes)

Weiterhin können die neuen Siedlungsflächen pro Rasterzelle in ihrer Gesamtheit und nicht nur die größte neue Siedlungsfläche als Bezugsbasis genutzt werden. So besteht die Möglichkeit auch dann den Zeitraum der flächengrößten Änderung zu übernehmen, wenn diese kleiner als die Siedlungsfläche  $j_1$  ist, die Flächensumme der neuen Siedlungsflächen aber größer als  $j_1$  ist (s. Abb. 2 Rechts,  $j_2$  als größte neue Siedlungsfläche ist kleiner als  $j_1$ , aber die Summe der neuen Siedlungsflächen  $j_2, j_3$  und  $j_4$  ist größer als  $j_1$ , woraus die Übernahme von  $j_2$  resultiert). Zusätzlich kann der Einfluss von Nichtsiedlungsflächen pro Rasterzelle in die bisherigen Überlegungen einbezogen werden.

Erste Ergebnisse für die Methode liegen am Beispiel für Krefeld vor, welche die flächengrößte neue Siedlungsfläche pro Rasterzelle der Rasterzelle zuweist, die größer als die Siedlungsfläche  $j_1$  ist (s. Abb. 3). Auf Grund der zu erkennenden Vergrößerung einiger Strukturen sind noch Optimierungen und die Anwendung der anderen Methoden nötig.

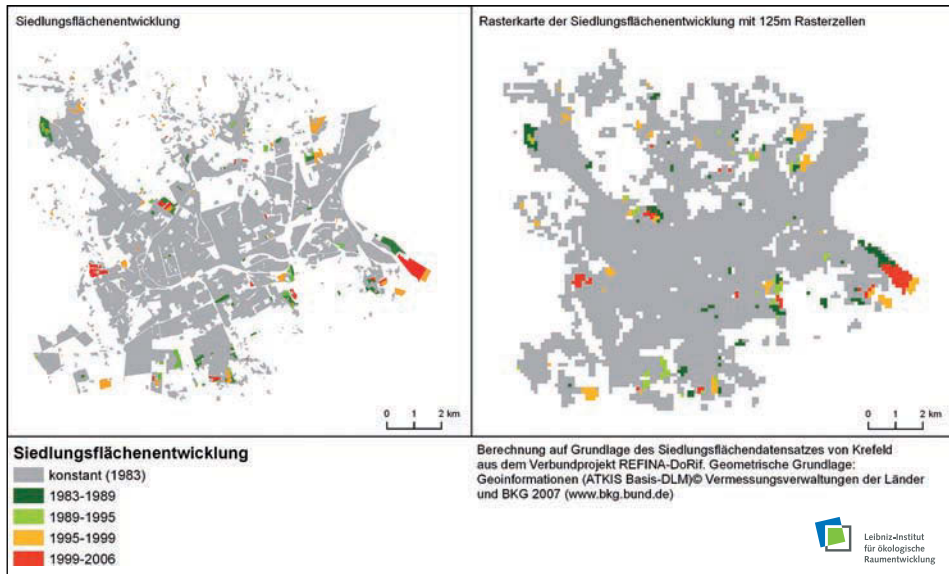


Abb. 3: Vergleichende Darstellung der Siedlungsflächenentwicklung. Links: Originaldatensatz, Rechts: Rasterkartendarstellung (Quelle: Eigene Untersuchungen)

Die Erkenntnisse, die sich durch das Monitoring der Siedlungsfläche auf Rasterzellenbasis gewinnen lassen, können auch für andere Sachverhalte genutzt werden, bei denen die Zuweisung eines Attributes zu einer Rasterzelle bei mehreren vorkommenden Attributen nötig ist. Sollen beispielsweise Flächennutzungsstrukturen wie Siedlungs-, Frei- und Verkehrsflächen in einer Rasterkarte dargestellt werden, ergeben sich ähnliche Fragestellungen.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Es wurden erste Verfahren zur Transformation vektorbasierter Siedlungsflächen in Rasterkarten vorgestellt. Damit lassen sich Informationen aus mehreren Datensätzen nach der Verschneidung mit einem quadratischen Gitternetz in ein Raster überführen. Im Ergebnis stehen eine Vielzahl von Informationen für die jeweiligen Rasterzellen mit einheitlichem Raumbezug zur Verfügung und können mit externen Daten verknüpft oder in Visualisierungen überlagert werden. Durch Filterungen mit Nachbarschaftsoperatoren („Moving Window-Methode“) lassen sich mehrere Attribute in Verbindung bringen, woraus sich ein zusätzlicher Informationsgewinn ergeben könnte. In diesem Zusammenhang sollen später Fragen nach Form und Größe der Filtermaske sowie eingehenden Parametern bzw. deren Kombination untersucht werden. Eine qualitative Darstellung der Siedlungsfläche in der Rasterkarte unter der Bedingung der Flächensummenwahrung ergab ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse. Weitere räumliche Musteranalysen

der Siedlungsflächen mithilfe von Landschaftsstrukturmaßen (z. B. Proximity Index) sind denkbar (McGarigal, Marks 1994) ) und auch dem Zusammenhang zwischen SRZA und VSA wird weitere Beachtung geschenkt. Neben der Darstellung der bebauten Siedlungsfläche nach dem Kriterium der Flächensummenwahrung wird auch die Formwahrung untersucht werden. Mögliche Ansätze der Umsetzung sind dazu die Nutzung verschiedener Zellgrößen in der Rasterkarte, die Aufbereitung des Siedlungsflächendatensatzes oder Nachbarschaftsbeziehungen, die sich aus der Filterung ergeben können.

## 5 Literatur

- Avelar et al. (2009): Linking socioeconomic classes and land cover data in Lima, Peru: Assessment through the application of remote sensing and GIS. In: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11 S. 27-37, Elsevier.
- European Commission – Eurostat (2005): Short proceedings of EuroGrid workshop: Working document for the Meeting of the Working party „Geographical Information Systems for Statistics“, Luxemburg.
- Hecht, R.; Herold, H.; Meinel, G. (2010): Analyse und Visualisierung der Siedlungsentwicklung mit SEMENTA®-CHANGE. In: Meinel G.; Schumacher, U. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring II, Konzepte – Indikatoren – Statistik*, Rhombos Verlag, Berlin, IÖR Schriften Band 52.
- INSPIRE Thematic Working Group Coordinate reference systems and Geographical grid Systems (2010): D2.8.1.2 INSPIRE Specification on Geographical Grid Systems – Guidelines.
- Jähne. B. (2005): *Digitale Bildverarbeitung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- McGarigal, K.; Marks, B. (1994): FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure.
- Meinel, G.; Winkler, M. (2002): Spatial Analysis of settlement and open land trends in urban areas on basis of RS Data studies of five European cities over a 50-year period. *Proceedings of the 22nd Symposium of the European Association of Remote Sensing Laboratories*: S. 539-546.
- Meinel, G.; Hecht, R.; Herold, H. (2009). Verfahren zur Erhebung, Analyse und Visualisierung von Gebäudebestands- und Siedlungsentwicklungen auf Grundlage Topographischer Kartenreihen, Göttingen: Professur für Wirtschaftspolitik und Mittelstandsforschung d. Univ., 2009, S. V, 23 (*Land Use Economics and Planning – Discussion Paper*; 09-07).
- Meinel, G.; Hecht, R.; Herold, H.; Siedentop, S. (2011): Raumstrukturelle Ausgangssituation und Veränderungen der Flächennutzung in den Untersuchungsräumen. In: Bizer, K.; Einig, K.; Köck, W.; Siedentop, S. (Hrsg.): *Raumordnungsinstrumente zur Flächenverbrauchsreduktion*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, Im Erscheinen, (Recht, Ökonomie und Umwelt; 19).
- Milego, R.; Ramos, M. J. (2011): Disaggregation of socioeconomic data into a regular grid and combination with other types of data. ESPON (Hrsg.) *Technical Report*, ESPON 2013 Database.



- Roy, D.T.; Blaschke T. (2011): A grid-bases approach for spatial vulnerability assessment to floods: a case study on the coastal area of Bangladesh, GI4DM conference, Antalya, Turkey.
- Peter, B.; Weibel, R. (1999): Using Vector and Raster-Based Techniques in Categorical Map Generalization, Third ICA Workshop on Progress in Automated Map Generalization, Ottawa.
- Tammilehto-Luode, M; Becker, L. (1999): GIS and Grid Squares in the Use of Register-based Socio-economic Data. Bulletin of the International Statistical Institute. ISI'99. 52nd Session. Proceedings. Book 1. Helsinki.
- Thin, N. X.; Vogel, R. (2005): Modelling Urban Land Use Dynamics with GIS and Cellular Automata – A Case Study of the Dresden City Region since 1780. In: Leal Filho, W.; Marx Gómez, J.; Rautenstrauch, C.: ITEE 2005 – Second International ICSC Symposium on Information Technologies in Environmental Engineering. Proceedings. Aachen: Shaker, 2005, (Magdeburger Schriften zur Wirtschaftsinformatik), S. 349-364.



# Amtliche Flächenstatistik – ALK – IÖR-Monitor – Ergebnisse eines Vergleichs

*Gotthard Meinel, Ekkehard Scheffler*

## Zusammenfassung

Die Flächenerhebung nach tatsächlicher Nutzung (FETN) – kurz Flächenstatistik – erfüllt nicht alle Anforderungen in Wissenschaft und Praxis hinsichtlich Aktualität, Qualität und Aussagekraft. Ergänzende Informationen soll darum der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) liefern, der seit 2010 Informationen zur Flächennutzung indikatorbasiert im Internet bereitstellt und dessen erste Ergebnisse in diesem Beitrag mit denen der Flächenstatistik verglichen werden. Dieser Vergleich ist hinsichtlich Flächennutzungsarten und Zeitbezug schwierig, werden die Daten doch aus verschiedenen Datenquellen abgeleitet – die Flächenstatistik aus dem Kataster, der IÖR-Monitor hingegen aus topographischen Karten. Zudem muss für die kleinräumigen Analysen auf die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) zurückgegriffen werden, da die eigentliche Datenquelle der Flächenstatistik, das Automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB), aus Datenschutzgründen nicht zur Verfügung steht. Letztlich fehlt auch eine verlässliche Referenz der tatsächlichen Flächennutzung. Die Untersuchungen, die für die Fläche Sachsens durchgeführt wurden, beruhen auf GIS-Analysen und visuellen Dateninspektionen. Die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen zeigen, dass die Zahlen der Flächenstatistik im bebauten Siedlungsbereich genauer erscheinen, da der Siedlungsbereich in den Datenquellen höher aufgelöst wird. Hier werden die Indikatoren des IÖR-Monitors durch Hinzunahme von Einzelgebäudeinformationen weiter differenziert werden müssen. Die Flächennutzungsarten Verkehr, Landwirtschaft, Wald, Wasser und Abbauand scheinen dagegen im IÖR-Monitor genauer abgebildet, da die Daten aktueller sind und diese die Flächenbedeckung durch die topographische Sichtweise genauer abbilden als die Flächenstatistik mit ihrer Katastergrundlage.

## 1 Einführung

Die Raubeobachtung als Grundlage einer nachhaltigen Flächenentwicklung, fundierter planerischen Entscheidungen und einer erfolgreichen Flächenhaushaltspolitik benötigt aktuelle, verlässliche, auch qualitative Aspekte erfassende, räumlich und zeitlich vergleichbare sowie hoch auflösende Informationen zur Flächennutzungsstruktur und deren Veränderung. Da die Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung, kurz FETN oder amtliche Flächenstatistik, die tatsächlichen Veränderungen auf der Fläche häufig verzerrt und nur sehr zeitverzögert wiedergeben (u. a. Siedentop, Fina 2010), mehrt sich die grundsätzliche Kritik an den Zahlen. Zudem beantwortet sie nicht Fragen nach Stand

und Entwicklung der baulichen Dichte, des Nachverdichtungs- und Innenentwicklungspotenzials (Baulücken und Brachflächen), dem Verhältnis von Innen- zu Außenentwicklung oder dem Bodenversiegelungsgrad. Immer wieder wird aus Fachkreisen darum eine Ergänzung der Flächenstatistik um qualitative Indikatoren und ein kleinteiliges Monitoring gefordert (u. a. Siedentop, Heiland 2007; Jörissen, Coenen 2007). Einen entscheidenden Beitrag dazu will der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) leisten, der seit 2010 mit ersten Ergebnissen über die Flächennutzungsstruktur und ihre Entwicklung im Internet informiert ([www.ioer-monitor.de](http://www.ioer-monitor.de)). Der Monitor ist eine wissenschaftliche Dienstleistung im Rahmen der Politik- und Gesellschaftsberatung des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR). Derzeit informieren 41 Indikatoren aus 6 Kategorien in Form interaktiver Karten und Tabellen für die Zeitschnitte 2006, 2008 und 2010 über die Siedlungs- und Freiraumstruktur. Der Indikatorenkatalog soll sukzessiv ergänzt, später auch retrospektive Zeitschnitte erhoben (vorerst Zeitschnitt 1990), Rasterkarten bis zu einer Auflösung von 100\*100 m erstellt und die Ergebnisdarstellung durch einen Detailviewer ergänzt werden (Meinel 2009).

In diesem Beitrag wird ein erster Vergleich der Ergebnisse des IÖR-Monitors mit den Daten der Flächenstatistik vorgenommen. Der Vergleich wird für die Fläche Sachsens und für ausgewählte Flächennutzungsarten durchgeführt. Die Ergebnisse sollen einerseits dazu dienen, Grundlagen für die Bewertung der Zahlen der Flächenstatistik zu liefern und andererseits, wenn notwendig, das dem IÖR-Monitor zugrundeliegende Flächenanalyseschema zu modifizieren.

## 2 Datengrundlagen

Die Flächenstatistik (FETN) beruht auf Katasterdaten und damit nichttopographischen Daten. Katasterdaten, welche in der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) die Flurgrenzen und im Automatisierten Liegenschaftsbuch (ALB) die Eigentumsverhältnisse der Flurstücke wiedergeben, waren ursprünglich nicht für die Erstellung von Flächenstatistiken konzipiert, sondern für die buchmäßige Verwaltung der Flurstücke bestimmt. Die sich daraus ergebenden Probleme wurden vielfach beschrieben (u. a. Meinel, Schumacher 2010).

Die Berechnungen im IÖR-Monitor beruhen auf dem digitalen Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS), amtlichen statistischen Kennzahlen und Geofachdaten (u. a. Schutzgebietsgeometrien des Bundesamtes für Naturschutz). Das Basis-DLM ist die genaueste flächendeckende, für Deutschland vorliegende und durch gesetzlichen Fortführungsauftrag laufend aktualisierte topographische Datenquelle. Es wird durch die Vermessungsverwaltungen der Bundesländer seit ca. 1995 zur Verfügung gestellt. Das Basis-DLM ist inzwischen Grundlage für die Erstellung auch großmaßstäbiger topographischer Kar-

ten bis zum Maßstab 1:10 000. Durch die wiederholte Aktualisierung und die damit verbundene Fehlerbeseitigung steht inzwischen ein hochwertiges Geobasisprodukt zur Verfügung, welches im IÖR-Monitor erstmals auch für die Berechnung der Flächennutzungsstruktur und deren Veränderung genutzt wird. Details der Flächenbilanzierung im IÖR-Monitor wie die Verkehrsflächenerhebung durch Pufferung der in ATKIS linienhaft modellierten Verkehrswege wurden u. a. bei Krüger (2010) beschrieben.

### 3 Methodik des Vergleichs

Der Vergleich der Flächenstatistik mit alternativen Ansätzen zur Flächennutzungsbilanzierung, wie dem IÖR-Monitor, unterliegt erheblichen methodischen Problemen. So ist die eigentliche Quelle der Flächenstatistik (das ALB) aus Datenschutzgründen nicht zugänglich, was einen lokalen Vergleich von Quell- und Ergebnisdaten ausschließt und das Aufspüren von Differenzen unmöglich macht. So muss auf die indirekte Quelle ALK zurückgegriffen werden. Diese enthält flächendeckend Geometriedaten der Flurstücke und deren Flächennutzung. Mit der Zusammenführung von ALB und ALK zu dem Amtlichen Liegenschaftskataster Informationssystem ALKIS im Zuge des AAA-Projekts (AdV 2008) wurden die erheblichen Differenzen zwischen den Nutzungseinträgen in ALB und ALK augenscheinlich. Wie groß diese teilweise sind, macht beispielhaft am Landkreis Barnim Abbildung 1 deutlich.

Landkreis Barnim  
Kataster- und Vermessungsamt

Auszug aus einer  
„Verfahrensname“\_IPL\_STATISTIK1.DAT

Übersicht der Fehlercodes

Code	Erläuterung	Flurstücke
201	Flurstück nicht im ALK-Datenbestand	2 von 312
202	Flurstück nicht im ALB-Datenbestand	1 von 311
205	Flurstücksflächendifferenz	67 von 310
211	verschl. ALK-Lagebez. (11) nicht im ALB	65 von 98
215	verschl. ALB-Lagebez. nicht in ALK	35 von 98
216	unverschl. ALK-Lagebez (81/83) nicht im ALB	15 von 17
217	unverschl. ALB-Lagebez. nicht in ALK 81/83	13 von 17
231	ALK-Nutzungsart (21) nicht im ALB	4 von 310
232	ALB-Nutzungsart nicht in ALK (21)	4 von 310
233	Nutzungsartenflächendifferenz	67 von 310
243	Flurstücksabsch. flächendifferenz (42)	45 von 189

05.03.2009 Heike Kind, Charline Schumann 8. Tag der Geoinformation

Abb. 1: Differenzen zwischen ALK und ALB (Quelle: Heike Kind, Charline Schumann, 8. Tag der Geoinformation, Integrationsprüfung im Liegenschaftskataster)

Der Vergleich der ALK und der aus ATKIS mittels GIS-Analysen abgeleiteten IÖR-Monitor-Daten (Informationen dazu u. a. in Meinel, Schumacher 2010), erfolgte für die Fläche des Freistaates Sachsen. ALK-Daten anderer Bundesländer konnten wegen Zugriffsproblemen nicht verwendet werden. Die Datenquellen haben aus verschiedenen Gründen einen unterschiedlichen Zeitstand (FEtN 2004, ALK 2009, IÖR-Monitor 2006), was den Ergebnisvergleich beeinträchtigt. Der Vergleich erfolgte visuell zwischen ALK und ATKIS sowie quantitativ durch Vergleich aggregierter Flächen ausgewählter Flächennutzungsarten untereinander und gegenüber der Flächenstatistik. Da die Nutzungsarten von ALK und ATKIS nicht kompatibel sind, musste zuerst eine Transformationstabelle der Nutzungsarten erarbeitet werden. Dazu wurden die Hauptnutzungsarten der ALK/ALB (100er-Stellen) Gebäude- und Frei-(GF), Betriebs- (BF), Erholungs- (EF), Verkehrs- (VF), Landwirtschafts- (LF), Wald-, Wasserflächen, Flächen anderer Nutzung und Siedlungs- und Verkehrsflächen (SuV) sowie deren Unterkategorien (10er-Stellen) den korrespondierenden ATKIS-Objektbereichen, -gruppen bzw. -arten bebaute Fläche, Industrie/Gewerbe, Siedlungsfreifläche, Verkehr, Landwirtschaft (Acker und Grünland) und Wasserflächen zugeordnet. Die Zuordnungstabelle kann hier nicht vollständig dargestellt werden, da mit den unteren Gliederungsebenen ca. 60 Nutzungsarten berücksichtigt werden müssen, wohl aber ausgewählte Zuordnungsprobleme, die den Vergleich beeinträchtigen (Tab. 1).

Tab.1 : Zuordnungs- und Vergleichsprobleme ALK-ATKIS (Quelle: Eigene Erhebungen)

Nutzungsart ALK	Zuordnungs- und Vergleichsprobleme mit ATKIS
Bauplatz	in ATKIS nicht vergeben
Gebäude- und Freifläche noch nicht aufgeschlüsselt	fehlende Aufschlüsselung verfälscht Vergleichsergebnisse
Betriebsfläche Lagerplatz	in ATKIS nicht vergeben
Kleingartenanlage	in ATKIS (Version 3.2) nicht vergeben bzw. unterschiedliche Interpretation in ATKIS
Wochenendgelände	in ATKIS nicht vergeben
Weg	in ATKIS nur linienhaft modelliert, z. Z. im IÖR-Monitor noch nicht gepuffert
Verkehrsfläche, noch nicht aufgeschlüsselt	fehlende Aufschlüsselung verfälscht Vergleichsergebnisse
Gartenland	im IÖR-Monitor nur innerhalb Ortslagen zu Siedlungsfreifläche zählend
Hafen	Modellierungsvorschrift unbekannt
anderes Übungsgelände	keine Definition bekannt
Schutzfläche	in ATKIS nicht vergeben
historische Anlage	in ATKIS nicht vergeben
Unland	in ATKIS nicht vergeben, jedoch große Flächen in ALK

Nach Aufstellung der Zuordnungsvorschrift wurde ein erster visueller Vergleich der Daten vorgenommen. Anschließend erfolgte eine Aggregation der Nutzungsarten für die

Fläche Sachsens für ALK und ATKIS. Die so gewonnenen Flächennutzungsbilanzen wurden denen der ämtlichen Statistik gegenübergestellt und die Differenzen der Flächenanteile ausgewertet. Für die Interpretation der Ergebnisse wurden stichprobenhaft visuelle Vergleiche ausgewählter Nutzungsarten vorgenommen, Erklärungen für Differenzen gewonnen und eine erste vergleichende Bewertung der Flächenbilanzen untereinander und zur FETn realisiert. Da ein reiner Vergleich der Gesamtflächen keinen Aufschluss über Unterschiede in den Flächenverteilungen in ALK und IÖR-Monitor geben kann, wurden die aggregierten Nutzungsarten der beiden Datenquellen miteinander räumlich verschnitten. Die Resultate waren aufschlussreich hinsichtlich kleinteiliger Lage- und Interpretationsunterschiede.

#### 4 Ergebnisse

Das Ergebnis des Vergleichs ausgewählter Flächennutzungsarten von ALK als Näherung der Datengrundlage der ämtlichen Statistik mit ATKIS, der Datengrundlage des IÖR-Monitors, zeigt Abbildung 2.

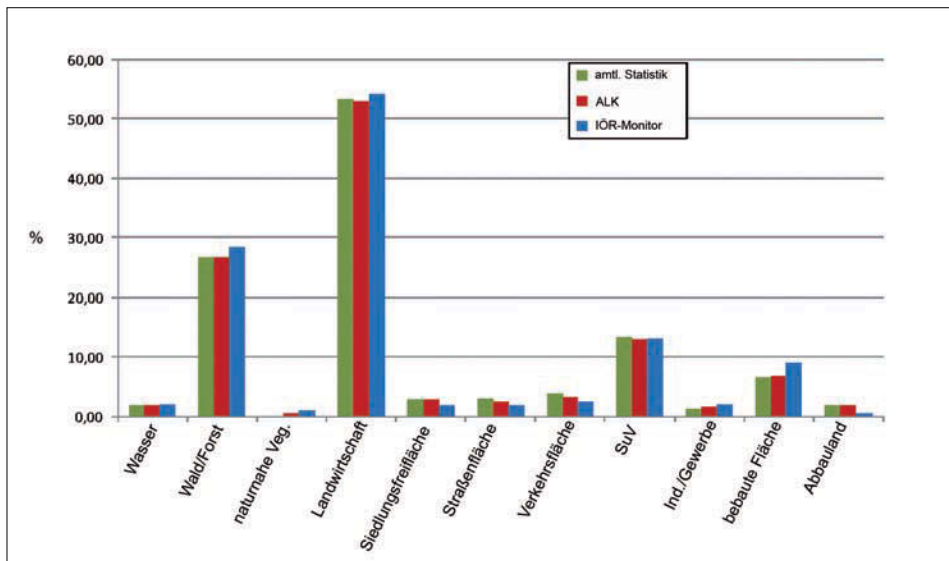


Abb. 2: Flächennutzungsanteile an der Gesamtfläche Sachsens im Vergleich zwischen ämtl. Flächenstatistik (grün), ALK (rot) und IÖR-Monitor (blau) (Quelle: Eigene Erhebungen)

Im ersten Eindruck scheinen die Ergebnisse der drei Quellen gut vergleichbar. Allerdings bringt eine Differenzdarstellung (Abb. 3) die teilweise doch erheblichen Unterschiede zum Ausdruck. Bei allen Nutzungsarten sind Differenzen zwischen FETn und ALK zu sehen, wobei diese (außer bei der SuV) kleiner sind als die Unterschiede zwischen IÖR-Monitor und FETn bzw. ALK. Die größten Differenzen in Höhe von über 2 Prozentpunkten der

Gesamtfläche Sachsens ergaben sich bei der bebauten Fläche. Hier differenziert die ALK mit dem Erhebungsmaßstab 1:1 000 räumlich deutlich genauer als ATKIS, das bebaute Blöcke nicht weiter aufgliedert und die bebaute Fläche in ihrem Flächenanteil damit geringfügig überschätzt. Größere negative Differenzen ergeben sich bei der Verkehrsfläche (-1,5 Prozentpunkte) bzw. der Straßenfläche (ca. -1 Prozentpunkt). Hintergrund hierfür ist, dass die Verkehrsfläche in der ALK, bedingt durch die eigentumsrechtliche Abgrenzung der Flächeneinheiten, auch unversiegelte Verkehrsbegleitflächen und Böschungen beinhaltet. Hier gibt der IÖR-Monitor nach Einschätzung der Autoren die tatsächliche Flächennutzung bzw. Flächenbedeckung genauer wieder als die FEtN. Der Flächenanteil für Landwirtschaft sowie Wald und Forst fällt im Monitor ebenfalls höher aus.

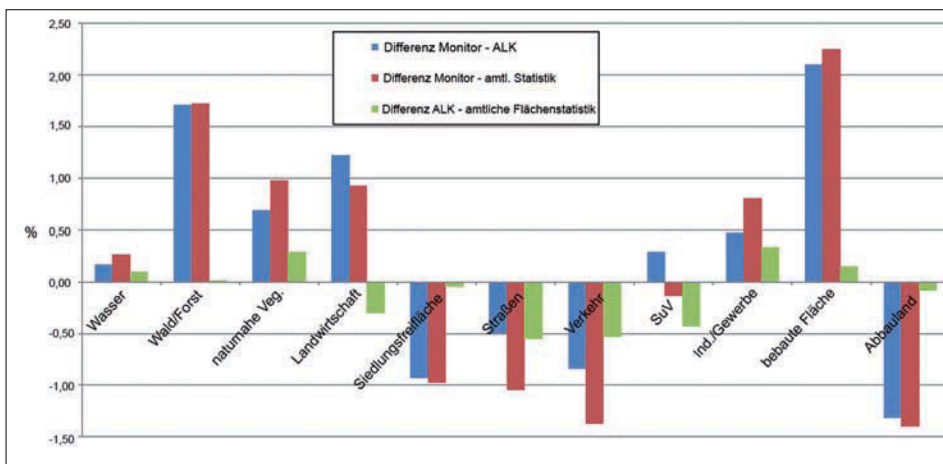


Abb. 3: Differenzen der Flächennutzungsanteile Monitor-ALK (blau), Monitor-amtl. Flächenstatistik (rot), ALK-Amtl. Flächenstatistik (grün) in Prozent an der Gesamtfläche Sachsens (Quelle: Eigene Erhebungen)

## 5 Schlussfolgerungen

Aus diesen Untersuchungsergebnissen, die in Zukunft nach Datenzugriff auch auf andere Bundesländer und weitere Zeitschnitte ausgeweitet werden sollen, können folgende erste Schlussfolgerungen gezogen werden (siehe auch Tab. 2):

- Die FEtN mit ihrer Datengrundlage ALB (später ALKIS) pflegt eine stärkere Flächennutzungs-, der IÖR-Monitor mit ATKIS als Datengrundlage eine stärkere Flächenbedeckungssicht. Letztere ist für eine Einschätzung der Flächenstruktur hinsichtlich der Nachhaltigkeit der Entwicklung zielführender.
- ATKIS gibt die Flächennutzung im Frei- und Verkehrsraum, ALKIS die im Siedlungsraum genauer wieder. So ist der Straßen- und Wegebestand im ATKIS wesentlich genauer und aktueller (Spitzenqualität: 3-12 Monate) als der der ALK, wo z. B.



Wirtschaftswege innerhalb von großen Flurstücken, wie Wald- oder Landwirtschaftsflächen, teilweise nicht erfasst sind. Andererseits wird die bebaute Fläche im IÖR-Monitor derzeit geringfügig überschätzt, da begrünte Flächen innerhalb von Baublöcken im Gegensatz zu ALK und ALB nicht ausgewiesen werden.

- Die Verkehrsfläche wird in der FEtN überschätzt, da diese auch Verkehrsbegleitflächen, Böschungen usw. enthält, die nicht versiegelt sind.
- Wald- und Landwirtschaftsflächen werden derzeit noch im IÖR-Monitor gegenüber der FEtN überschätzt, weil Hauptwirtschaftswege, die ein beträchtliches Streckennetz und damit einen erheblichen Flächenanteil darstellen, in die Fläche einbezogen werden.
- Der Vergleich von Erholungsflächen (FEtN) und Siedlungsfreiflächen (IÖR-Monitor) ist durch die unterschiedliche Zuordnung einzelner Flächennutzungsarten in den jeweiligen Datengrundlagen schwierig. So werden auch Grün- und Gartenlandflächen im IÖR-Monitor zur Siedlungsfreifläche gezählt, wenn sie sich innerhalb von Ortslagen befinden.
- Wasserflächen erscheinen in der FEtN überschätzt, da Uferböschungen zu einem erheblichen Anteil der Wasserfläche zugeschlagen werden.
- Abbauland wird in der FEtN erheblich überschätzt, da renaturierte Abbauflächen, wie sie in Sachsen sehr häufig vorkommen, in ALB und ALK meist erst mit jahrzehntelangem Verzug eingemessen und umgeschlüsselt werden.
- Derzeit sind in Sachsen erhebliche Flächenanteile noch nicht weiter in ihrer Nutzung untergliedert und können darum in der amtlichen Statistik nicht berücksichtigt werden, was diese entsprechend verzerrt.
- Es sind je nach Nutzungsart Unterschiede in den Flächenanteilen von bis zu 0,5 Prozentpunkten zwischen ALK-Flächenbilanzen und der amtlichen Statistik festzustellen. Diese werden im Zuge der ALB/ALK-Migration zu ALKIS sukzessiv behoben, was sich wiederum auf die Flächenstatistik auswirken wird, da die ALK-Einträge meist aktueller und richtiger sind als die der ALB.

Tab. 2: Probleme der Flächenbilanzen auf Grundlage der ALK und ATKIS  
(Quelle: Eigene Erhebungen)

Flächenstatistik (ALK)	
Industrie- und Gewerbe	Statistiken verfälscht durch (noch) nicht aufgeschlüsselten Gebäude- und Freiflächen
Siedlungsfreiflächen	mangelhafte Datenaktualität, insbesondere bei Kleingärten und Golfplätzen
(Straßen-) Verkehr	zu weitläufige Abgrenzung von Straßen, unversiegelte Böschungen und Begleitgrün werden einbezogen, klein(st)e Straßen und Wege innerhalb von Flurstücken nicht kartiert
Abbaufläche	mangelhafte Datenaktualität, renaturierte Flächen häufig noch nicht umgewidmet
Wasserflächen	sehr weitläufig abgegrenzt, Werte zu niedrig auf, da Seen auf früheren Tagebauflächen häufig noch nicht enthalten
IÖR-Monitor (ATKIS)	
Bebaute Fläche	keine Differenzierung innerhalb von Baublöcken, in offener Bebauung werden Gärten mit eingeschlossen
Siedlungsfreifläche	Generalisierung in bebauten Flächen, unsaubere Klassifizierung von Kleingärten
Verkehr	bei fehlendem Attribut ‚Straßenbreite‘ Pufferung mit Mittelwert
Wege	derzeit noch nicht in den Flächenberechnungen berücksichtigt

## 6 Ausblick

Im Ergebnis der Untersuchungen ist festzustellen, dass auf Grundlage der topographischen Geobasisdaten ATKIS derzeit genauere Flächenbilanzen abgeleitet werden können als auf Grundlage von Katasterdaten (ALB, ALK), da die Nutzungsarteneinträge in ALB und ALK fehlerhafter sind als die in ATKIS. Während ATKIS inzwischen Grundlage für die Erstellung topographischer Karten ist, was die Bedeutung, Transparenz und Qualität dieser Daten nochmals wesentlich anheben wird, ist die ALK nicht so öffentlich. Änderungen können hier nur nach Neuvermessung oder Antrag des Grundstückbesitzers durchgeführt werden, was eine systematische Berichtigung der Nutzungseinträge der Flurstücke (abgesehen von den Aufwendungen) erschwert. Diese Berichtigung wird jedoch im Zuge der ALK-Migration zu ALKIS realisiert. Sobald ALKIS-Daten vorliegen, sollte eine Flächenbilanzierung in einer Kombination von ATKIS- und ALKIS-Daten erfolgen, da ATKIS die tatsächliche Flächennutzung im Frei- und Verkehrsraum, ALKIS die im Siedlungsraum genauer wiedergibt. Dabei ist schon oft die Nutzung eines Teils von ALKIS, den Geobasisdaten „amtliche Hausumringe“ der Vermessungsverwaltungen der Bundesländer, ausreichend.

Problematisch bei der Nutzung von ATKIS sind Inhomogenitäten zwischen den Bundesländern wie die teilweise unterschiedlichen Zuordnungen von Flächen zwischen Wohnbebauung und Flächen gemischter Nutzung. Weiterhin muss der ca. dreijährige Grundaktualisierungsrhythmus berücksichtigt werden, der zu Inaktualitäten der Flä-

chenbilanzen von im Mittel 2-3 Jahren führt. Leider werden bei ATKIS-Aktualisierungen Fehlerbehebungen nicht gekennzeichnet, so dass in den Flächenbilanzen nicht zwischen tatsächlichen Flächennutzungsänderungen und Fehlerberichtigungen (insbesondere geänderte Klassen- oder Attributzuweisungen) unterschieden werden kann.

Die Untersuchungen sollen später auch auf andere Bundesländer ausgedehnt werden, da Länderspezifika in den Datenquellen zu weiteren Erkenntnissen führen werden. Dabei sind in Zukunft auch Daten des ALKIS und ATKIS des neuen AAA-Projekts der Vermessungsverwaltungen der Länder zu vergleichen. Hier kommt es zu einer harmonisierten Sicht auf die Fläche, die die semantische Differenz zwischen den Flächennutzungsarten von ALK und ATKIS beheben wird.

Mit den Ergebnissen der Untersuchungen wird derzeit das dem IÖR-Monitor zugrundeliegende Flächenmodell modifiziert, indem es z. B. in Zukunft auch Einzelgebäudeflächen (Hausumringe) berücksichtigt sowie Hauptwirtschaftswege und in die Verkehrsfläche einbezieht.

## 7 Literatur

- Jörissen, J.; Coenen, R. (2007): Sparsame und schonende Flächennutzung – Entwicklung und Steuerrung des Flächenverbrauchs, Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, edition sigma, Berlin.
- Krüger, T. (2010): Potenziale und Probleme des ATKIS Basis-DLM im Flächennutzungsmonitoring. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik, IÖR Schriften Band 52, S. 79-92.
- Meinel, G. (2009): Konzept eines Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung auf Grundlage von Geobasisdaten. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte – Indikatoren – Statistik, Aachen, S. 177-194.
- Meinel, G.; Schumacher, U. (2010): Konzept, Funktionalität und erste exemplarische Ergebnisse des Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor). In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik, IÖR Schriften Band 52, S. 183-200.
- Statistisches Bundesamt (2010): Qualitätsbericht – Flächenerhebung nach tatsächlicher Nutzung, Stat. Bundesamt, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung, Fachserie 3 Reihe 5.1, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Siedentop, S.; Fina, S. (2010): Datengrundlagen zur Siedlungsentwicklung. Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Stuttgart, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung.
- Siedentop, S.; Heiland, S. (2007): Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung für die Fortschrittsberichte des Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie – Flächenziele. Forschungen, Heft 130. BBR, Bonn.

## Internetquellen

AdV (2008): Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok). Version 6.0 / 6.0.1 (Stand 01.07.2008/31.05.2009); URL: [http://www.adv-online.de/Veroeffentlichungen/AFIS-ALKIS-ATKIS\\_Projekt/Aktuelle Dokumente der GeoInfoDok](http://www.adv-online.de/Veroeffentlichungen/AFIS-ALKIS-ATKIS_Projekt/Aktuelle_Dokumente_der_GeoInfoDok) (Zugriff: 07.09.2011).

Bezirksregierung Köln, Hausumringe, URL: [http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/organisation/abteilung07\\_produkte/liegenschaftsinformation/hausinformationen/hausumringe/index.html](http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/organisation/abteilung07_produkte/liegenschaftsinformation/hausinformationen/hausumringe/index.html) (Zugriff: 07.09.2011).

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung: IÖR-Monitor, URL: [www.ioer-monitor.de](http://www.ioer-monitor.de) (Zugriff: 07.09.2011).

# **Visualisierungs- und Bewertungsmethoden**



# Visualisierung von Ergebnissen der Arealstatistik der Schweiz mit Kriging- und Mischrasterkarten

Werner Meyer

## Zusammenfassung

Die amtliche Statistik der Bodenbedeckung und Bodennutzung, die Arealstatistik der Schweiz, ist auf statistische Exaktheit für die ganze Schweiz und genügend große Teilräume ausgerichtet. Als Stichprobenerhebung ist sie allerdings für Karten nicht ohne weiteres verwendbar. Über die Bodenbedeckung und -nutzung der Fläche zwischen den Stichprobenpunkten ist nichts bekannt. Karten mit derartiger Datengrundlage können auf Nachbarschaftsanalysen mit Mehrheits- und Mischlogik aufbauen. Alternativen sind die hier vorgestellte Interpolationsmethode durch Kriging, die Mischrasterkarte und insbesondere die Kombination der beiden Verfahren.

## 1 Einführung

Die amtliche Statistik der Bodenbedeckung und Bodennutzung, die Arealstatistik der Schweiz, wird nach einer eigenen Methode und auf der Grundlage eines eigenen Nomenklatursystems geführt. Die Arealstatistik-Datenstruktur mit 4,1 Millionen Stichprobenpunkten in einem Raster von 100 x 100 Metern hat vor allem bei statistischen Auswertungen offensichtliche Vorteile. Ab Ende 2013 werden für drei Erhebungen im Abstand von jeweils 12 Jahren, also für zwei vergleichbare Zeitintervalle von Nutzungsänderungen, sehr detaillierte Klassifikationen flächendeckend für das ganze Land vorliegen. Für die gesamte Schweiz und genügend große Teilräume können so Stand und Veränderungen all dieser Klassen für die meisten Bedürfnisse genau beziffert werden. Ein Nachteil dieser Stichprobenmethode etwa gegenüber CORINE oder den AFIS-ALKIS-ATKIS-basierten Methoden zeigt sich demgegenüber im lokalen Maßstab. Genau genommen wissen wir nichts über die Bodenbedeckung und -nutzung der Fläche *zwischen* den Stichprobenpunkten. Für eine Karte *müssen* wir notwendigerweise eine Inter- oder Extrapolationstechnik benutzen. Das können Nachbarschaftsoperationen über einer Grid-Struktur<sup>1</sup> sein oder die hier vorgestellte geostatistische Interpolation (Kriging) und die Mischrasterkarte.

Im Folgenden werden die geostatistische Interpolation durch Kriging und die Mischrasterkarte am Beispiel von Zensus-Daten vorgestellt. Dann wenden wir uns der Arealstatistik zu und hier insbesondere der zeitlichen Dynamik, die anhand von Übergangsdigrammen, Kriging- und Mischrasterkarten visualisiert wird.

<sup>1</sup> Ein Beispiel dafür ist die Bodennutzungskarte: BFS 1994.

Ein Hauptanliegen ist die Diskussion von Vor- und Nachteilen der Mischrasterkarte für die Forschung und Präsentation gegenüber Kriging und Rasterarithmetik.

## 2 Kriging

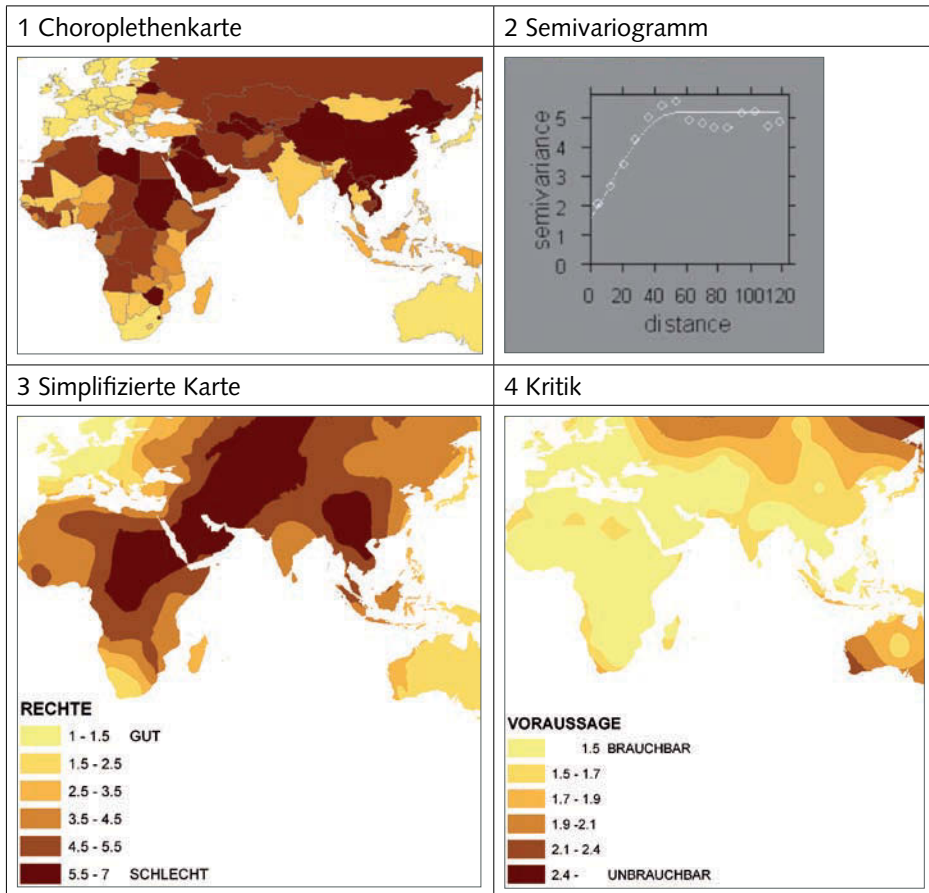


Abb. 1: Prinzip der Interpolation durch Kriging (Quelle: Meyer 2006)

Eine Choroplethenkarte (1) von Ländern zum Thema bürgerlicher Rechte sieht relativ komplex aus. Ein Semivariogramm (2) beweist, dass räumliche Muster darin stecken. Räumlich benachbarte Länder sind ähnlich (un)demokratisch. Die durch Kriging simplifizierte Karte (3) zeigt in brauner Farbe einen „Band wenig demokratischer Länder“ vom Kongo über Saudi-Arabien bis nach Zentralasien. Das ist aber nur eine Teilwahrheit. Die Karte (4) der Abweichungen effektiver von den im Muster erfassten Werten<sup>2</sup> ist beträchtlich. Nur gut ein Drittel (Korrelation von  $r = 0.64$ , quadriert 0.41) der Information

<sup>2</sup> Dazu wird eine Kreuzvalidierung gerechnet. Jeder Datenpunkt (hier Wert eines Landes) wird aus den Daten eliminiert und aus den restlichen Daten geschätzt.



stimmt. Kriging gibt so ein Feedback, ob wirklich ein Muster in den Daten steckt. Ausführliche Erläuterungen finden sich in Artikeln des Autors (siehe Literatur).

### 3 Voraussetzungen für Rasterkarten

Unter Rasterkarten werden hier Karten verstanden, die folgende Bedingungen erfüllen:

- Der Raum ist ein kontinuierlich variierendes Feld, nicht ein leerer Raum mit Objekten.
- Nur ein Thema mit einer räumlichen Autokorrelationsstruktur eignet sich für eine solche Karte.
- Rasterkarten sollen ein Muster zeigen.
- Dieses Muster wird durch zwei Hilfsmittel hervorgehoben:
  - Grafisch durch Techniken, die ähnlich funktionieren wie Fotobearbeitung: Kontrast verstärken bei feinen Mustern, aber weichzeichnen bei groben (Tiefpass- oder Hochpassfiltern).
  - Skizzen des Musters dienen als Interpretationshilfe.
- Ein breiter Bereich von Maßstäben verlangt nach adäquater Symbolisierung und Projektionen.

### 4 Mischrasterkarten für die Volkszählung

Der Zweck von Mischrasterkarten ist es, statistische Merkmale unabhängig von regional stark variierenden Dichten (beispielsweise zur Bevölkerung) zuverlässig darzustellen. Das kann man durch Raster erreichen, die sich der Bevölkerungsdichte (automatisch) anpassen. Eine solche Karte besteht also aus einer Mischung von Rasterzellen unterschiedlicher Größe, wenn sie sich über Ballungsräume, ländliche Gebiete und Gebirge erstreckt. Gibt man pro Zelle eine Mindesteinwohnerzahl vor, die beispielsweise aufgrund von Datenschutznormen festgelegt wird, kann man auch Anforderungen erfüllen, die eine bestimmte Anzahl von Informationen pro Rasterzelle erfordern, ohne Zellen oder Informationen verstecken zu müssen (siehe Herrmann-Hahn 2009; Kaminger, Meyer 2007).

#### 4.1 Grundprinzipien der Mischrasterkarte

##### 4.1.1 Konzeptionelles Modell

Es werden Raster verwendet, die aus mehreren Ebenen bestehen (grobmaschigen oben und feinmaschigen unten). In der Regel wird auf möglichst tiefer (feinmaschiger) Ebene symbolisiert, wenn dazu in jeder Zelle genügend Merkmalsträger (Einwohner, Betriebe, Bauten) vorhanden sind.

### 4.1.2 Logisches Modell

Noch ohne Bezug auf eine konkrete Software zur Implementation sind folgende Punkte zum Vorgehen zu notieren:

- Multilevel-Konstrukt von Rastern verschiedener Maschengröße, von denen eine Zelle einer bestimmten Ebene jeweils vier Zellen der nächst unteren Ebene enthält.
- Karten, deren Symbolisierung auf Rasterzellen unterschiedlicher Größe basiert: so klein wie der Maßstab es erlaubt, um Details zu zeigen, aber groß genug, um die Symbolisierung auf genügend Einwohner zu stützen (kleinste Rasterzellen in Städten, größte Rasterzellen in den Voralpen). Wenn räumliche Autokorrelationen das Muster bestimmen wird dieses so verstärkt, weil genügende Fallzahlen die Varianz um das lokale Mittel des Merkmalsfeldes senken. Das sogenannte „Bildrauschen“ wird dadurch gedämpft.
- Es findet eine systematische Selektion der Zellen zum Symbolisieren statt im Gegensatz zu einer bloß grafischen Überdeckung der unteren durch obere Ebenen, wie sie im GIS automatisch geschieht.

### 4.1.3. Physisches Modell

Die Testimplementation benutzt in eine Datenbank und ein Desktop-GIS:

- Wir haben die Mischrasterkarte nur für Oracle/ArcGIS implementiert, aber so, dass die meisten Datenbanken/GIS das Rezept übernehmen können. Mit der portablen SQL wird eine Datenstruktur aufgebaut, die von jedem GIS verarbeitet werden kann, das in Ebenen Zellen filtern (selektieren) kann.
- Die Daten werden NICHT in den zu kartografierenden Rastern gehalten, sondern bei Volkszählungs- und Betriebszählungsdaten auf Gebäude-Niveau. Bei der Arealstatistik ist es ein Strichproben-Punktfile.
- Daraus werden für die kartografische Auswertung Attribute für Raster-Grids verschiedener Maschenweiten als sich überlagernde Ebenen bzw. Layer aggregiert. Erst hier fällt der Entscheid über die Projektion, die ein reguläres quadratisches Raster ergibt.
- Jede Zelle einer Ebene mit einer bestimmten Maschenweite bekommt dabei zusätzlich die Information, ob die Zelle der nächsthöheren Ebene neben ihr auch drei Nachbarn überdeckt, die ebenfalls gezeichnet werden dürfen.
- Desgleichen weiss jede Zelle, ob sie selbst vier Zellen der unteren Ebene bedeckt, für die das auch noch zutrifft.
- Im GIS wird dann der Stapel von Ebenen gefiltert dargestellt. Jede Zelle hat die Filterinformation um festzustellen: Ist das Darstellen bis zu mir herunter delegiert worden? Kann ich selbst nach unten delegieren? Bei JA/NEIN zeichne ich mich.

- Man könnte es sich auch einfach machen: Bei umgedrehten Stapel überdecken die feinen Rasterebenen grafisch die gröbereren und die Zellen müssen nur ihre Einwohnerzahl kennen. Dabei verliert man aber die „alle vier oder keine“ – Logik. Erarbeitet man eine Karte, die Ebenen semitransparent darstellt, scheint überdecktes wieder durch.

## 4.2 Beispiel Bevölkerung mit Hochschulabschluss

Zur Illustration des Potenzials von Mischrasterkarten wird der Prozentsatz der Bevölkerung mit Hochschulabschluss aus der Schweizer Volkszählung 2000 kartografisch dargestellt. Datenschutz- und Repräsentativitätsüberlegungen führen zu einem Limit von mindestens 100 Einwohnern pro Rasterzelle. Eine Rasterzelle wird nur in vier Unterzellen unterteilt, wenn dort mindestens 100 Personen wohnen (Abb. 2).

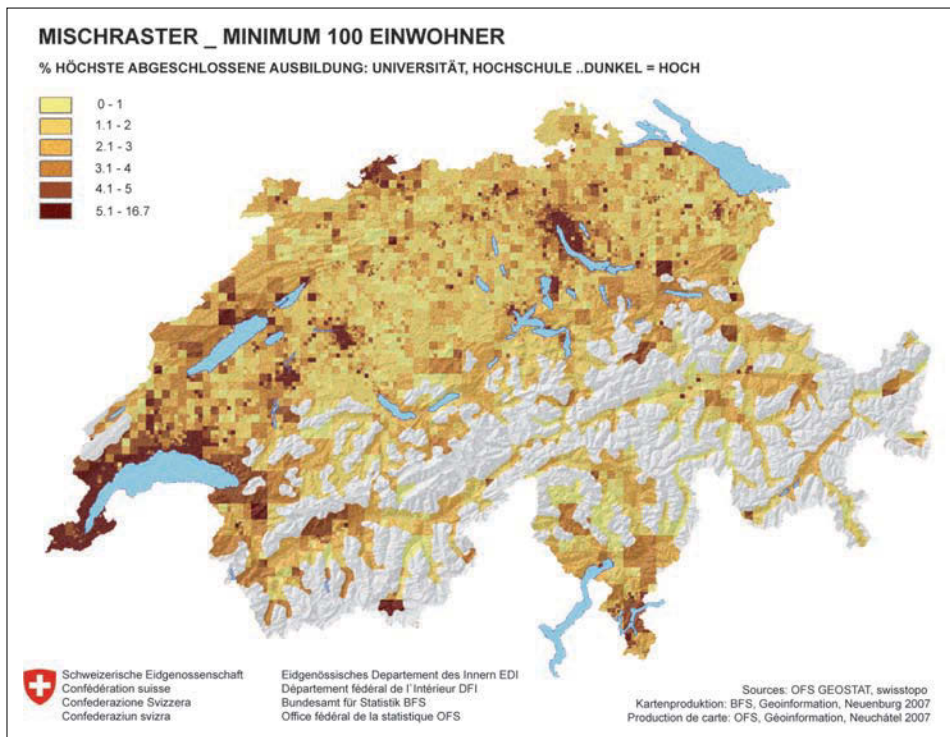


Abb. 2: Beispiel einer Mischrasterkarte (Quellen: BFS GEOSTAT, swisstopo)

## 5 Mischrasterkarten für die Arealstatistik

Die Arealstatistik in der Schweiz umfasst drei Zeitschnitte 1979/85<sup>3</sup>, 1992/97 und 2004/09 und damit zwei Veränderungsperioden von je 12 Jahren. Für die nachfolgend beschriebenen Analysen von Veränderungen stehen uns aus der dritten Erhebung allerdings erst 2,6 von 4,1 Millionen Punkten zur Verfügung (Publikationsstand Dezember 2010).

In der vorliegenden Analyse konzentrieren wir uns auf den Wandel in Form von relativen Übergangs-Häufigkeiten zwischen 27 Kombinationskategorien<sup>4</sup> der Standard-Nomenklatur 2004 (NOAS04) und vergleichen diese zwischen den zwei Veränderungsintervallen, demonstriert am Grafen der häufigsten Kategorien-Übergänge. Beispielsweise war der Orkan „Lothar“ Ende Dezember 1999 hauptverantwortlich für eine gegenüber dem ersten 12-Jahres-Intervall mehr als doppelt so hohe Übergangshäufigkeit von geschlossenen zu offenen Waldbeständen. Kartografisch können solche Veränderungshäufigkeiten anschaulich gemacht werden, indem man diese Wahrscheinlichkeit der Typenübergänge mit Kriging interpoliert. Das erwünschte Resultat sind relativ einfache, mit einem Blick erfassbare Muster der räumlichen Verteilung der untersuchten Phänomene.

### 5.1 Warum Mischrasterkarten für die Arealstatistik?

Da die Arealstatistik eine homogene Stichprobendichte aufweist, führt eine für die gesamte Landesfläche identische Aggregation auf gleich große Rasterzellen im Allgemeinen zu einer guten regionalen Repräsentativität (Basis 100 Fälle bei einem Kilometer-Raster). Der Einsatz unterschiedlich großer Rasterzellen für die Darstellung der Resultate könnte in einem solchen Fall jedoch zur Sicherstellung einer definierten, minimalen Signifikanz der dargestellten Informationen jeder Rasterzelle in Betracht gezogen werden. Wenn man Veränderungen untersucht, werden Mischrasterkarten zur Notwendigkeit. In einer 12-Jahresperiode kann man im Bereich unter 1 100 Metern Höhe bei 27 Kombinationskategorien mit einem Kategorienwechsel von etwa 9 %, darüber von etwa 12 % rechnen. Kartographiert man Übergangshäufigkeiten und prozentuiert dabei auf die Anzahl Stichprobenpunkte einer bestimmten von 27 Startkategorien, wird man für die wenigsten Startkategorien auch nur 10 Punkte pro 1 x 1- oder 2 x 2-Kilometer-Raster finden.

### 5.2 Kategorien-Übergangs-Graphen

Abbildung 3 zeigt eine Übersicht über alle Kategorienwechsel<sup>5</sup> in den 12 Jahren zwischen 1992/97 und 2004/09 ab einer Mindesthäufigkeit von 0,6 %.

<sup>3</sup> Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Aufnahmezeitpunkte der ersten und letzten verwendeten Luftaufnahmen eines „Zeitschnittes“, der effektiv auf einem 6-jährigen Befliegungszyklus basiert.

<sup>4</sup> Erfasst werden Bodenbedeckung und Bodennutzung separat und erst nachträglich kombiniert.

<sup>5</sup> Zur Nomenklatur NOAS0427 siehe Beyeler 2010, S. 118. Weggelassen wurden „Besondere Siedlungsflächen“, weil sie meist transitorisch sind, etwa Großbaustellen.

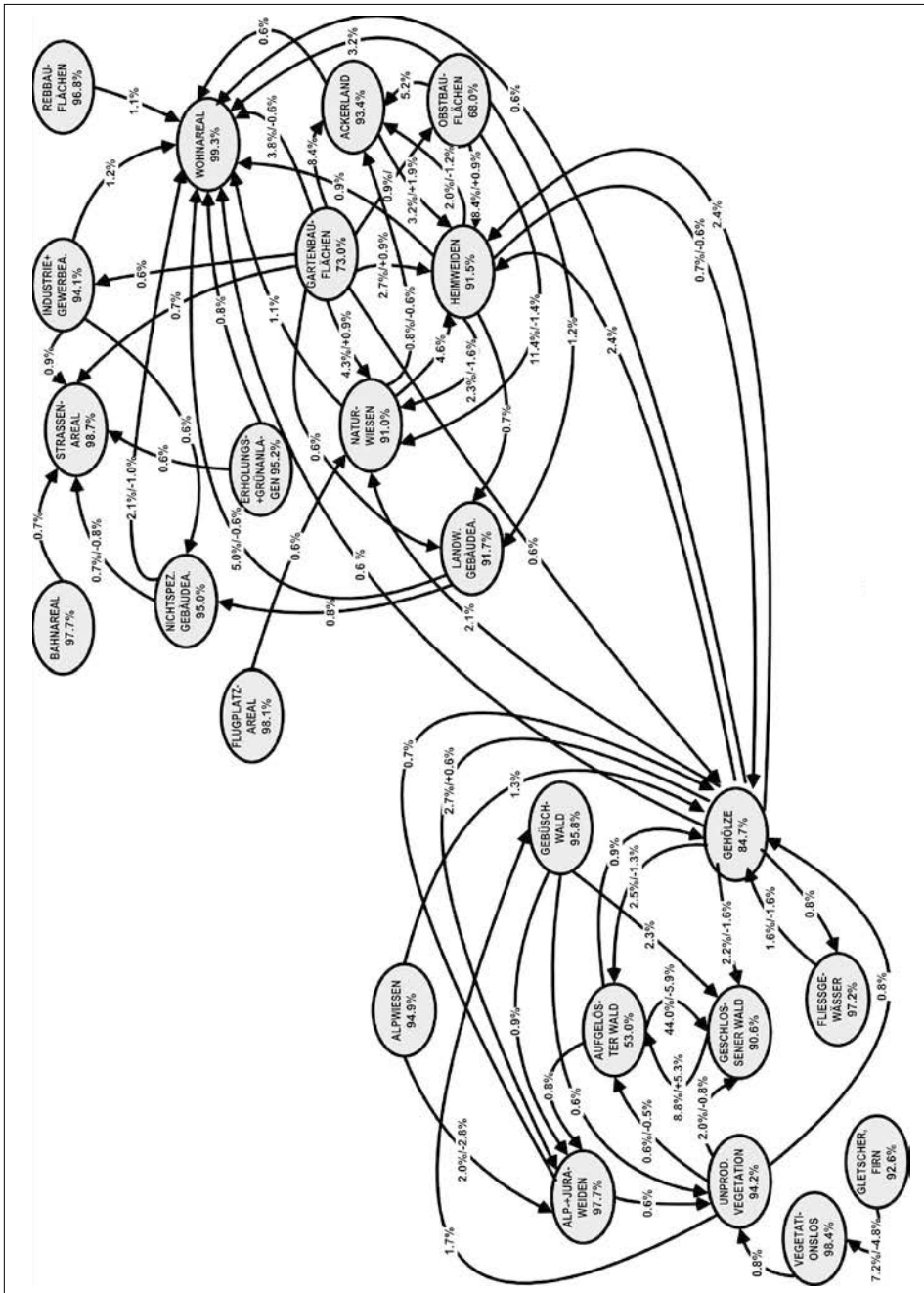


Abb. 3: Übergangshäufigkeiten zwischen den 27 Bodennutzungskategorien (Quelle: BFS-Arealstatistik, Originalgrafik)

**Lesehilfe Abbildung 3:** „8,8 %/+5,3 %“ am Pfeil zwischen den Knoten **GESCHLOSSENER WALD** und **AUFGEÖSTER WALD** heisst: 8,8 % der Stichprobenpunkte, die im Zeitschnitt 1992/97 zur Kategorie **GESCHLOSSENER WALD** gehören, wechseln im Intervall 1992/97 bis 2004/09 in die Kategorie **AUFGEÖSTER WALD**. Das sind +5,3 % mehr als im Intervall 1979/85 bis 1992/97. Alles wird bezogen auf die 2,6 Millionen Punkte, die für den Zeitschnitt 2004/09 bereits öffentlich verfügbar sind. Der Wert +5,3 % ist nicht relativ zu lesen, relativ bedeutet es mehr als eine Verdoppelung. Die 53,0 % im Knoten für **AUFGEÖSTER WALD** bedeutet, dass im Intervall 1992/97 bis 2004/09 nur gut die Hälfte der Punkte die Kategorienzugehörigkeit beibehält.

Die Dynamik zerfällt in einen Landwirtschafts-/Siedlungs-Prozess (rechts) und einen Prozess Natur/Weidenutzung links. Nur Gehölze verbinden beide Prozesse. Der häufigste Übergang in diesem Kategorienraster findet zwischen offenem und geschlossenem Wald statt (Mitte links). Wir wählen ihn daher für eine Beispiel-Mischrasterkarte aus.

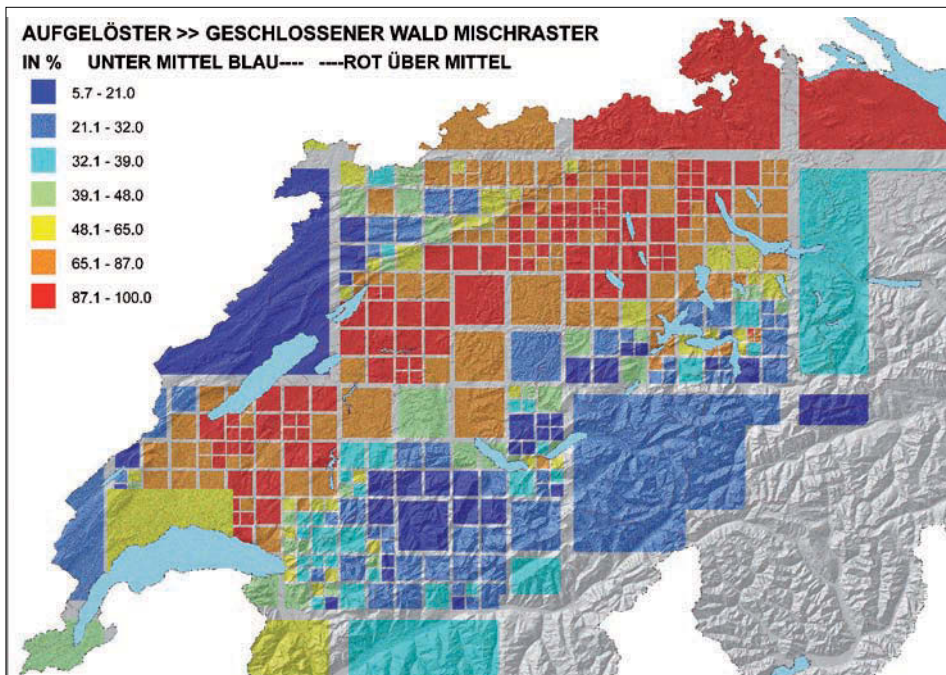


Abb. 4: Wandel von aufgelöstem zu geschlossenem Wald. Mischrasterkarte mit Kriging-Karte als Verdeutlichung des Musters (Quelle: BFS-Arealstatistik, Originalkarte)

Wir sehen, dass in der Ebene des Schweizer Mittellandes (Diagonale Südwest-Nordost) der Wald schnell zuwächst. Hier sind die Rasterzellen etwas auseinandergerückt, damit die Konstruktionslogik erkennbar wird. In der Produktion würden die Rasterzellen zusammenrücken. Wir können hier auch ein Methodenproblem bei Mischrasterkarten aufzeigen. Bei der großen Zelle neben der Legende können wir zwar die Grenzlage

korrigieren. Was machen wir aber mit der Bodenbedeckung See? Extrapolieren wir die Zuwachswahrscheinlichkeit in den See? Was machen wir analog beim Übergang zu Siedlungsflächen mit dem unüberbaubaren Wald?

## 6 Fazit und Ausblick

Die Schweizer Arealstatistik ist mit ihrem Stichprobendesign auf die exakte Erfassung des Zustandes und den Veränderungen von Bodenbedeckung und Bodennutzung größerer Raumeinheiten hin optimiert. Die Kartographie, die relativ kleine Raumeinheiten zeigt, ist dagegen weniger trivial als bei CORINE oder den AFIS-ALKIS-ATKIS-Quellen. Bisher wurden dazu hauptsächlich Raster-arithmetische Verfahren verwendet. Für die Endauswertung der dritten Arealstatistik-Runde 2013 werden am BFS Kriging und Mischrasterkarten evaluiert. Die Anwendung der Mischrasterkarten auf die Arealstatistik erfolgt in diesem Beitrag erstmals. Das wird aber durch ein weniger elegantes und vielleicht gewöhnungsbedürftiges Aussehen erkauft. Kriging und Mischrasterkarten werden hier jeweils nur auf *eine* Kategorie oder *einen* Kategorienübergang angewandt. Rasterarithmetische Verfahren schaffen demgegenüber auch multikategoriale Karten (lokale Dominanz, lokale Mischungen von Kategorien). Bei Kriging- und Mischrasterkarten von *Veränderungshäufigkeiten* ist eine multikategoriale Betrachtung unverzichtbar, bevor mit den visuellen Resultaten ein Trend ausgewiesen wird.

## 7 Literatur

- Beyeler, A. (2010): Arealstatistik der Schweiz – Methodik und aktuelle Ergebnisse. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik. IÖR Schriften, Band 52. Berlin: Rhombos, S. 111-126.
- Bundesamt für Statistik (1994): Karte Die Bodennutzung der Schweiz 1:300'000. Swisstopo, Bern.
- Bundesamt für Statistik (2005): Arealstatistik Schweiz. Zahlen – Fakten – Analysen. BFS-Reihe Statistik Schweiz. Neuchatel.
- Herrmann-Hahn, C. (2009): Möglichkeiten der Verwendung statistischer Rasterdaten für die GIS-gestützte räumliche Analyse (Master Thesis). Onlinedokument: <http://www.unigis.ac.at/club/bibliothek/pdf/1318.pdf> (Zugriff 17.10.2011).
- Kaminger, I.; Meyer, W. (2007): Neue Raster-orientierte Statistik in Europa. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2007. Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg, Heidelberg: Wichmann, S. 303-308. Onlinedokument: [http://www.agit.at/php\\_files/myAGIT/papers/2007/6259.pdf](http://www.agit.at/php_files/myAGIT/papers/2007/6259.pdf) (Zugriff: 17.10.2011).
- Meyer, W. (2005): Amtliche Statistik: bessere thematische Karten dank geostatistischen Verfahren. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2005. Beiträge zum 17. AGIT-Symposium Salzburg, Heidelberg: Wich-

- mann, S. 437-446. Onlinedokument: [http://www.agit.at/php\\_files/myAGIT/papers/2005/5157.pdf](http://www.agit.at/php_files/myAGIT/papers/2005/5157.pdf) (Zugriff: 17.10.2011).
- Meyer, W. (2006): Zeig mir die Achse des Bösen. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2006*. Beiträge zum 18. AGIT-Symposium Salzburg, Heidelberg: Wichmann, S. 454-259. Onlinedokument: [http://www.agit.at/php\\_files/myAGIT/papers/2006/5512.pdf](http://www.agit.at/php_files/myAGIT/papers/2006/5512.pdf) (Zugriff: 17.10.2011).
- Meyer, W. (2007): Rasterkarten mit variablen Zellgrößen. Präsentation an der Statistiktage 2007, Luzern. Onlinedokument: <http://www.statoo.ch/sst07/presentations/Meyer.pdf> (Zugriff: 17.10.2011).
- Meyer, W. (2008): Globalisierung und lokaler Raum in Mischrasterkarten. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2008*. Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg, Heidelberg: Wichmann, S. 848-853. Onlinedokument: [http://www.agit.at/php\\_files/myAGIT/papers/2008/6891.pdf](http://www.agit.at/php_files/myAGIT/papers/2008/6891.pdf) (Zugriff: 17.10.2011).
- Meyer, W. (2009): Schweizer Arealstatistik 3. Runde: Prognosefähig? In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2009*. Beiträge zum 21. AGIT-Symposium Salzburg, Heidelberg: Wichmann, S. 836-841.
- Meyer, W. (2010): Zur Geographie struktureller und direkter Gewalt. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2010*. Beiträge zum 22. AGIT-Symposium Salzburg, Heidelberg: Wichmann, S. 899-904.



# Monitoring- und Bewertungsmethoden von Problem- und Stadterneuerungsgebieten – Realisierung im Stadtteilmonitor Dresden

*Nguyen Xuan Thinh*

## Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt eine integrierte Methodik zum Monitoring von benachteiligten Stadtgebieten mit relativ geringer Lebensqualität sowie deren Implementierung für den Einsatz im Stadtplanungsamt der Landeshauptstadt Dresden. Diese Arbeit wurde im Rahmen eines 2010 abgeschlossenen Forschungsprojektes im IÖR geleistet (Müller et al. 2010; Thinh et al. 2010a; Thinh et al. 2010b).

In Kooperation mit der Stadt Dresden konnten zahlreiche objektive und subjektive Lebensqualitätsindikatoren generiert werden. Die objektiven Indikatoren wurden auf Ebene der Statistischen Bezirke für mehrere Zeitpunkte erfasst und aufbereitet. Das Monitoringsystem mit umfangreichen Auswertungs- und Visualisierungsmöglichkeiten ist so konzipiert und implementiert, dass es jeder Zeit um neue Indikatoren und/oder um neue Zeitpunkte erweitert werden kann. Zur multikriteriellen Bewertung der Lebensqualität in den Statistischen Bezirken wurde eine Bewertungsmethode entwickelt und getestet, die die Vorteile der Methode „z-Transformation“ und der Extremwertnormierungsmethode vereint.

## 1 Einführung

Ein wichtiges Ziel der Stadtentwicklung ist die Erhaltung und Verbesserung städtischer Lebensqualität. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung will mit dem Programm „Stadt 2030“ einen Beitrag zur Erhaltung und zum Ausbau von Lebensqualität in den Städten und Regionen liefern. Das Bund-Länder-Programm „Stadtumbau Ost“ stellt sich als Ziel, die Lebensqualität in den Städten durch Verringerung der Wohndichte zu steigern. Die sieben Klein- und Mittelstädte des Brandenburger Städtekranzes – Brandenburg an der Havel, Cottbus, Eberswalde, Frankfurt (Oder) sowie Jüterbog, Luckenwalde und Neuruppin haben eine Studie gestartet mit dem Ziel, die Lebensqualität ihrer Städte zu sichern und zu steigern (Aehnelt et al. 2006). Die Beobachtung der Lebensqualität entstand als Reaktion auf die Berechnung des quantitativen ökonomischen Wachstums der 1950er Jahre durch das Bruttosozialprodukt (Schütte, Kühn 2004). Anhand von Lebensqualitätsindikatoren können Ist-Zustände – als Stärken-Schwächen-Profile – und besonders Veränderungen im zeitlichen Verlauf (zum Beispiel für Soll-Ist-

Vergleiche) dargestellt werden, die als Entscheidungsgrundlage und zur Festlegung von Prioritäten dienen (EC 2000, 6).

In fast jeder deutschen Großstadt existieren Gebiete mit relativ geringer Lebensqualität. Einmal im Abwärtstrend entsteht in solchen teilstädtischen Arealen häufig eine Spirale von ökonomischen, sozialen und/oder ökologischen Problemen, wo Maßnahmen der Städtebauförderung besonders wichtig sind. Die Landeshauptstadt Dresden hat beispielsweise zwischen 1990 und 2005 12 Sanierungsgebiete festgelegt und als Fördergebiete ausgewiesen, die in dem gesamten Stadtgebiet verteilt sind. Mit diesem Instrument soll den negativen Entwicklungen in einzelnen Gebieten mit relativ geringer Lebensqualität wirksam gegengesteuert werden. Um weitere Sanierungsgebiete mit Entwicklungspotenzial im Verlaufe der Zeit festzustellen, die bestehenden Sanierungsmaßnahmen nachzuvollziehen und letztlich die abgeschlossenen Projekte zu evaluieren, ist ein Monitoring der städtischen Lebensqualität auf kleinräumiger Ebene wichtig. Durch die Beteiligung am EU-Projekt „Improving the Quality of Life in Large Urban Distressed Areas“ (LUDA) von 2003 bis 2006, konnte das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) bereits erste Erkenntnisse zur Lebensqualitätsbetrachtung in Problemgebieten gewinnen (vgl. Müller et al. 2005; Smaniotto Costa et al. 2006). Dresden war eine der sechs am Projekt beteiligten europäischen Städte. Die in LUDA entwickelte Methodik soll an die spezifischen Verhältnisse in Dresden angepasst, weiter entwickelt und umgesetzt werden. Vor diesem Hintergrund erarbeiten das IÖR und das Stadtplanungsamt der Stadt Dresden gemeinsam eine Methodik zum Monitoring der Lebensqualität, vor allem in Problem- und Stadterneuerungsgebieten. Die implementierte Methodik dient der Umsetzung eines integrierten Stadtentwicklungs- und Stadterneuerungsmonitorings, welches sowohl als ein Frühwarnsystem zur Identifizierung von Problemgebieten als auch zur Evaluation von Sanierungsgebieten geeignet sein soll. Um städtische Lebensqualität, Fördernotwendigkeiten und den Erfolg von Maßnahmen differenziert beurteilen zu können, wird ein kleinteiliger Ansatz verfolgt. Deshalb wurden die Statistischen Bezirke der Stadt Dresden als die grundlegenden Raumeinheiten des Monitoringsystems ausgewählt.

## 2 Indikatoren für das Monitoring von Problemgebieten

Monitoring von Problem- und Stadterneuerungsgebieten heißt – wie oben begründet – Überwachung und Bewertung der Lebensqualität städtischer Gebiete. Allgemein kann die Lebensqualität als Summe der wesentlichen Elemente definiert werden, welche die Lebensbedingungen in einer Gesellschaft beschreiben und das subjektive Wohlbefinden des Einzelnen ausmachen (vgl. Korczak 1995; Schäfer 2003). Es wird zwischen objektiver und subjektiver Lebensqualität unterschieden (Korczak 1995; Diener, Suh 1997; Marans 2003). Diese zwei Kategorien der Lebensqualität sind eng miteinander verflochten. Die subjektive Lebensqualität steht immer in einer engen Beziehung zur objektiven

Lebensqualität. Ohne gute objektive Lebensbedingungen kann schwerlich eine optimale subjektive Lebensqualität erreicht werden. Schlechte gesellschaftliche Rahmenbedingungen können aufgrund der individuellen Anpassung positiv verarbeitet werden. Man spricht in diesem Fall von dem Zufriedenheitsparadox: Bei diesem Zustand geht es dem Einzelnen gut, obwohl es ihm – objektiv betrachtet – gar nicht gut gehen dürfte. Andererseits ist es auch möglich, dass gute objektive Lebensbedingungen nicht zu einem guten Wohlbefinden führen. Dies wird als Unzufriedenheitsparadox bezeichnet (Korczak 1995). Sowohl die objektive als auch die subjektive Lebensqualität lässt sich im Wesentlichen durch beobachtbare Indikatoren messen. Indikatoren sind ein klassisches Werkzeug, um komplexe, nicht direkt beobachtbare Begriffe messbar zu machen, theoretische Bezüge herzustellen und Handlungsziele festzulegen (vgl. Bunge 1975). Objektive Lebensqualitätsindikatoren können vorwiegend aus Statistikdaten sowie bestehenden Informations- und Indikatorensystemen abgeleitet, subjektive durch Befragungen erfasst werden.

Ein entscheidendes Merkmal jedes Monitoringsystems sind Daten in ausreichender Quantität sowie guter Qualität. Ersteres wird bestimmt durch die Anzahl der Variablen (Indikatoren), zweiteres durch die raum-zeitliche Auflösung sowie die Sensitivität und Validität der Daten.

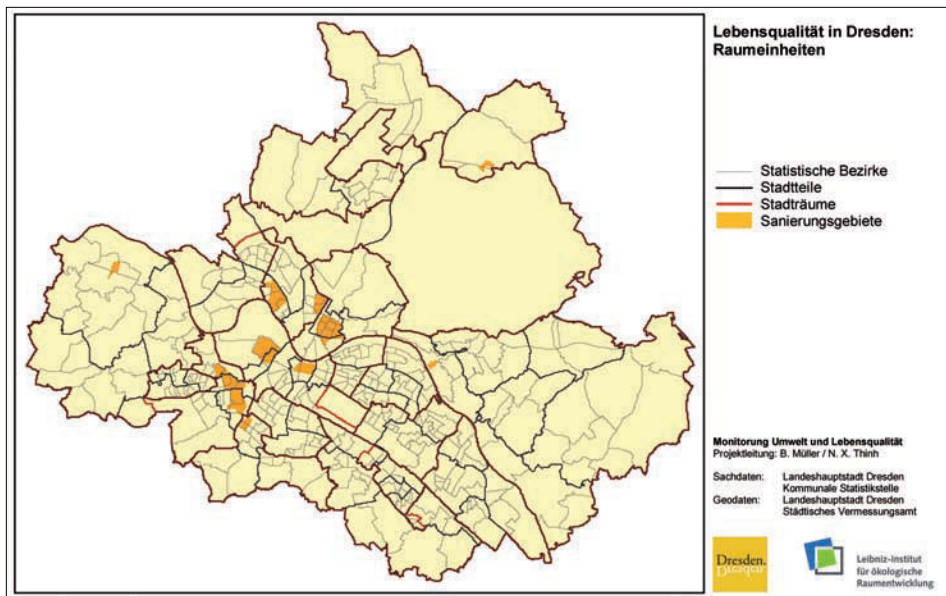


Abb. 1: Statistische Raumeinheiten und Sanierungsgebiete in Dresden (Quelle: Eigene Bearbeitung)

Der räumliche Aspekt wird im Stadtteilmonitor Dresden durch vier Raumebenen berücksichtigt (siehe Abb. 1). Die unterste Ebene des Systems besteht aus 401 Statistischen

Bezirken (SB), was ein kleinräumiges Stadtmonitoring ermöglicht. Zusammengefasst ergeben diese Bezirke 64 Stadtteile bzw. 17 Stadträume. Neben diesen drei Raumebenen können auch einzelne Stadterneuerungsgebiete betrachtet werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Stadterneuerungsgebiete auf der Ebene der 6 874 Statistischen Blöcke basieren. Aufgrund des Datenschutzes und der Übersichtlichkeit werden Statistische Blöcke im System nicht verwendet. Daher müssen die Grenzen der Stadterneuerungsgebiete auf Basis der Statistischen Bezirke in der Regel vergrößert und neu festgelegt werden.

Um die Komplexität von Fragen der Lebensqualität in Problemgebieten zu berücksichtigen, wird ein umfassender Lebensqualitätsbegriff verfolgt, der aus sechs zentralen Dimensionen besteht: (1) Bevölkerung, (2) sozio-kulturelle Bedingungen, (3) Gemeinbedarf, (4) Wirtschaft, (5) Stadtstruktur und (6) Umweltqualität. Die Dimensionen sind in Unterasspekte und Indikatoren untersetzt. Unterschieden wird zwischen beschreibenden Indikatoren, welche die Struktur eines Gebietes im Hinblick auf einen bestimmten Sachverhalt darstellen und wertenden Indikatoren (Schlüsselindikatoren), die eine klare Bewertung implizieren, was eine wesentliche Grundlage für die Bildung von Rangfolgen und Aggregationen darstellt. In Abstimmung mit dem Stadtplanungsamt Dresden wurden 52 objektive Indikatoren zur Messung der Lebensqualität generiert. Davon sind 23 Schlüsselindikatoren (siehe Abb. 2 und Erklärung im Kapitel 3).

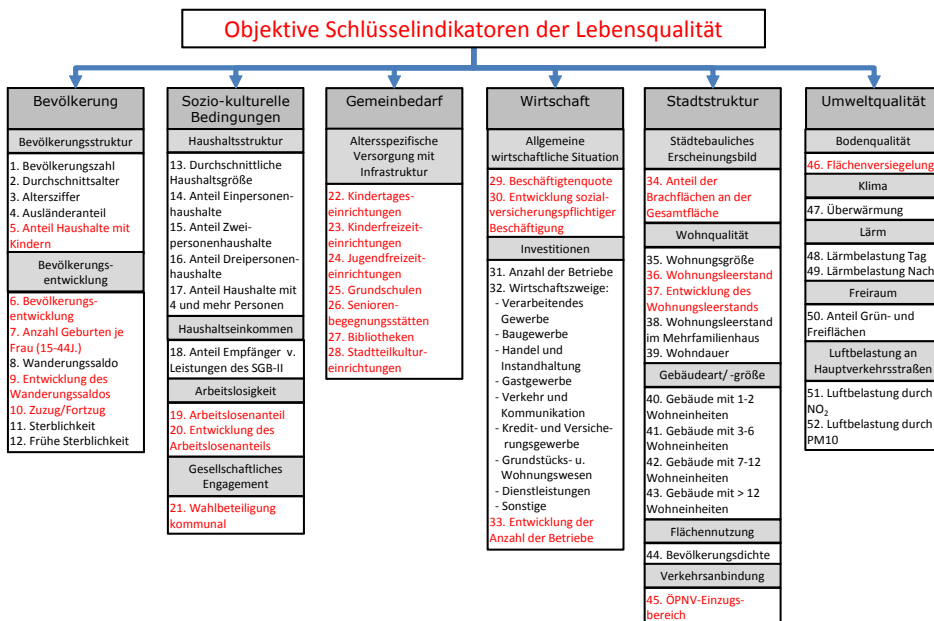


Abb. 2: Objektive Lebensqualitätsindikatoren (Schlüsselindikatoren rot gekennzeichnet) (Quelle: Eigene Bearbeitung)

Für ein objektives Abbild der Lebensqualität müssen vor allem statistische Daten herangezogen werden. Am besten eignen sich hierfür Daten aus bereits bestehenden Informations- und Indikatorensystemen. Deshalb ist das entwickelte Monitoringsystem für Problem- und Stadterneuerungsgebiete in hohem Maße auf die Daten anderer Informationssysteme der Stadt Dresden abgestimmt, wie das Indikatorensystem des Berichtswesens zum Integrierten Stadtentwicklungskonzept der Stadt Dresden, das Stadtgesundheitsprofil, der Lebenslagenbericht sowie die Umweltberichterstattung des Umweltamtes. Damit werden die Voraussetzungen für Fördermaßnahmen beachtet. Neben statischen Indikatoren, die den Zustand zu einem Zeitpunkt beschreiben, wurden für einige wichtige Aspekte der Lebensqualität zusätzlich dynamische Indikatoren berücksichtigt, um positive sowie negative Entwicklungsdynamiken abzubilden (Entwicklung des Wanderungssaldos, des Arbeitslosenanteils, der Beschäftigtenquote, des Gewerbebestands und des Wohnungsleerstands).

Zur Beurteilung der Lebensqualität ist neben den statistischen Daten gerade die Einschätzung durch die Bewohner von Bedeutung. Dafür werden ausgewählte Indikatoren der Kommunalen Bürgerumfrage (KBU) verwendet (Landeshauptstadt Dresden 2007), welche die Dimensionen der Lebensqualität untermauern und, wenn möglich, eine Äquivalenz zu den statistischen Indikatoren aufweisen. Insgesamt konnten 23 Indikatoren gewonnen werden, davon 19 Schlüsselindikatoren (Abb. 3).

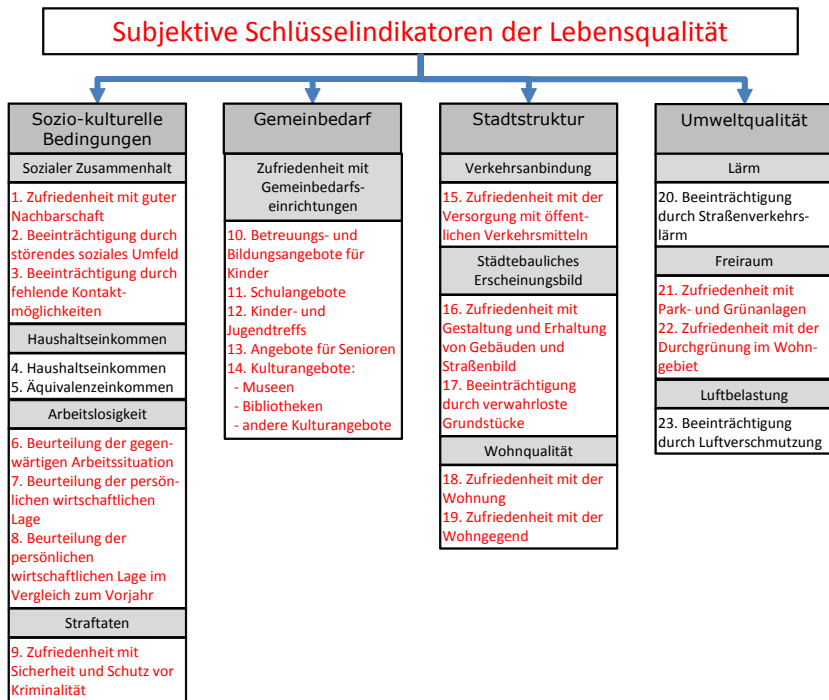


Abb. 3: Subjektive Lebensqualitätsindikatoren (Schlüsselindikatoren rot gekennzeichnet) (Quelle: Eigene Bearbeitung)

### 3 Bewertungsmethoden

Aus einzelnen Indikatoren der Lebensqualität muss ein Gesamtindex entwickelt werden, um Raumeinheiten bezüglich ihrer Lebensqualität zu bewerten, miteinander zu vergleichen und Problemgebiete ausweisen zu können. Hierfür sind Bewertungs- bzw. Aggregationsverfahren erforderlich. Vor der Aggregation sind Regressions- oder Faktorenanalysen für die Indikatoren durchzuführen, um unerwünschte Effekte aufgrund der eventuell vorhandenen Korrelationsbeziehungen auszuschalten. Von den 52 Indikatoren (siehe Abb. 2) sind 24 als mögliche Schlüsselindikatoren identifiziert. Jedoch korrelieren zwei von diesen 24 Indikatoren, nämlich Bevölkerungsentwicklung und Wanderungssaldo, stark (Korrelationskoeffizient = 0,86). Für die Bewertung ist es ausreichend, einen von beiden zu berücksichtigen. In Abstimmung mit dem Stadtplanungsamt Dresden fiel die Entscheidung auf die Bevölkerungsentwicklung. Es bleiben insgesamt 23 objektive Schlüsselindikatoren zur Aggregation. Anschließend wurde eine Faktorenanalyse durchgeführt. Das Stadtplanungsamt will jedoch mit Originalindikatoren arbeiten, nicht mit Faktoren. Nach diesem Vorbereitungsschritt sind Methoden erforderlich, um die Lebensqualität in den Problem- und Stadterneuerungsgebieten zu bewerten.

#### 3.2 Methode der z-Transformation

Für jeden Indikator wird auf Basis inhaltlicher Überlegung die Wirkungsrichtung bestimmt. Wenn der Wert eines Indikators klein und dies als gut anzusehen ist, wird ihm die positive Wirkungsrichtung zugewiesen. Dies ist bedingt durch die grundsätzliche Festlegung, dass der kleinste Wert den ersten Rang besitzt. Ist ein kleiner Wert als schlecht anzusehen, so wird dem Indikator die negative Wirkungsrichtung zugewiesen. In diesem Fall werden alle Werte des Indikators mit -1 multipliziert. Aufgrund der unterschiedlichen Dimensionen werden nach dem beschriebenen Korrekturschritt alle Indikatoren jeweils in eine Standardnormalverteilung mit dem Mittelwert Null und der Varianz Eins gemäß der Formel

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

( $\mu$  arithmetische Mittel,  $\sigma$  Standardabweichung) transformiert. Danach können die standardisierten Werte jeder zu untersuchenden Raumeinheit zu einem Gesamtindex der Lebensqualität aggregiert werden:

$$I = \sum_{i=1}^n W_i z_i$$

I Gesamtindex mit den Gewichten  $W_i > 0$  und  $\sum W_i = 1$ .

### 3.2 Methode der Extremwertnormierung

Im Fall der Extremwertnormierung wird jeder Indikator  $x$  ohne den oben beschriebenen Korrekturschritt in das Intervall  $[0,19]$  wie folgt transformiert:

Je kleiner der Indikatorwert, umso besser die Lebensqualität:

$$z = \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{min}}$$

bzw. je größer der Indikatorwert, umso besser die Lebensqualität:

$$z = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

Im Anschluss werden die standardisierten Werte unter Berücksichtigung des Gewichtes analog wie oben zu einem Gesamtindex aggregiert.

Bei der Extremwertnormierung sind die Unter- und Obergrenzen stets 0 bzw. 1. Für die z-Transformation hingegen gibt es keine festen Grenzen. Dafür ist bei der z-Transformation der Mittelwert stets gleich Null. Dagegen ist bei der Extremwertnormierung mit einer starken Schwankung des Mittelwertes zu rechnen. Dies ist mit der teilweise hohen Differenzierung in den Rohdaten zu begründen. Bei vorhandenen Ausreißern im Datensatz kann es bei der Extremwertnormierung zu einer Verzerrung des jeweiligen Indikators kommen. In der Aggregation würde dies einen starken Einfluss auf den Gesamtindex und die Bewertungsergebnisse für die untersuchten Räume bedeuten. Bei der z-Transformation haben die Ausreißer dagegen nur einen geringen Einfluss auf den Gesamtindex. Deswegen weisen nur Raumeinheiten mit Ausreißern in den Daten unbefriedigende Ergebnisse bei der Aggregation aus. Die Robustheit gegenüber Ausreißern und der konstante Mittelwert (Null) sind entscheidende Vorteile der z-Transformation. Der Nachteil der Methode der z-Transformation liegt klar in der Variation der Minima und Maxima. Ein vom Monitoringsystem vorgegebener begrenzter Wertebereich wird somit unmöglich.

Somit haben die beiden genannten Methoden sowohl Vor- als auch Nachteile. Die Idee bestand darin, eine Methode zu entwickeln, welche die Vorteile der beiden beschriebenen Methoden vereint.

### 3.3 Methode der modifizierten z-Transformation

Die Methode begrenzt alle z-Werte auf das Intervall:

$$[- \text{dreifache Standardabweichung}, + \text{dreifache Standardabweichung}] = [-3, +3].$$

Zu beachten ist, dass nach der z-Transformation die Standardabweichung  $\sigma$  gleich Eins ist (somit  $-3\sigma = -3$ ). Alle z-Werte kleiner als  $-3$  werden gleich  $-3$  gesetzt. Analog werden

die z-Werte größer als 3 gleich 3 gesetzt. Insgesamt liegen 0,3 % der Werte außerhalb des Intervalls  $(-3, 3)$  und wären als Ausreißer zu betrachten. Die z-Werte werden danach in ein Punktesystem von 0 bis 100 nach folgenden Regeln umgerechnet:

1. die negative dreifache Standardabweichung entspricht 0 Punkten,
2. der z-Wert Null entspricht 50 Punkten,
3. die positive dreifache Standardabweichung entspricht 100 Punkten und
4. die anderen z-Werte werden interpoliert und entsprechend in die Intervalle  $[0,50]$  und  $[50, 100]$  projiziert.

Abbildung 4 zeigt beispielhaft ein Netzdiagramm für die modifizierte z-Transformation. Diese Methode vereint die Vorteile der z- und der Extremwertmethode und soll in der Praxis angewendet werden.

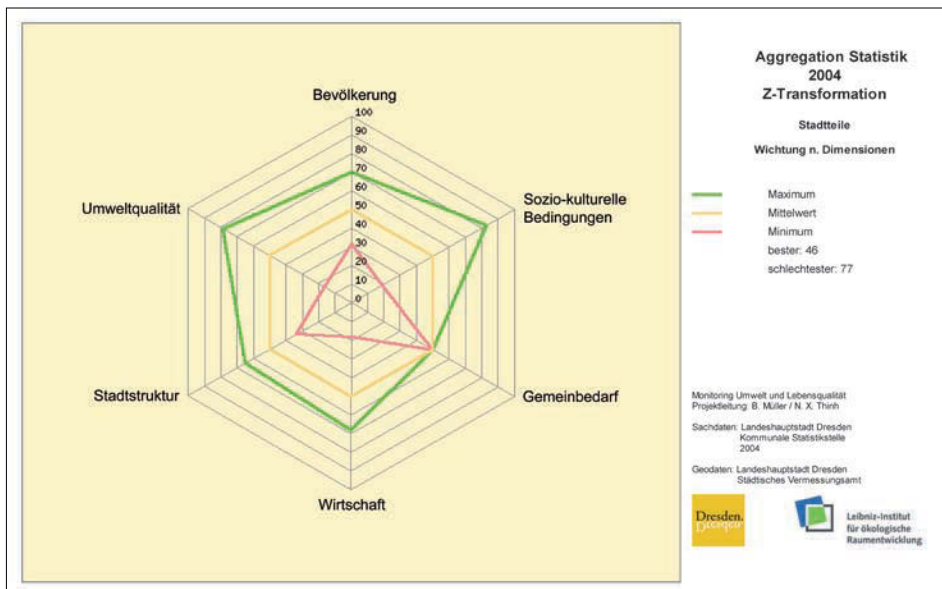


Abb. 4: Netzdiagramm für die modifizierte z-Transformation (Quelle: Eigene Bearbeitung)

### 3.4 Gewichtung der Indikatoren

Man kann für jede Dimension die Indikatoren zu einem Teilindex und am Ende die Teilindizes zu einem Gesamtindex aggregieren (dimensionsbezogene Aggregation). Alternativ können alle Indikatoren in einem Schritt zu einem Gesamtindex aggregiert werden (indikatorenbezogene Aggregation).

Bei sechs Dimensionen wird jede Dimension mit  $1/6$  gewichtet. Im Falle gleicher Gewichtung der Indikatoren innerhalb der Dimension, besitzen die fünf Indikatoren der Dimension Bevölkerung jeweils ein Gewicht von  $1/30$ . Dagegen besitzt beispielsweise



die Flächenversiegelung, die den einzigen Indikator der Dimension Umweltqualität darstellt, ein Gewicht von 1/6.

Die indikatorenbezogene Aggregation geht von einer gleichen Gewichtung aller 23 Schlüsselindikatoren aus. Das heißt: Alle Indikatoren besitzen ein Gewicht von 1/23. Die einzelnen Dimensionen besitzen demnach das Gewicht der Summe aller Gewichte der Schlüsselindikatoren, die in der Dimension vorkommen.

Die Berechnungen der beiden Gewichtungsverfahren ergaben: Sowohl vier Statistische Bezirke (SB) der 10 besten als auch vier der 10 schlechtesten SBs sind nach beiden Gewichtungsansätzen identisch. Hervorzuheben ist, dass extrem unterschiedliche Niveaus der Lebensqualität innerhalb von Stadtteilen identifiziert wurden. Somit ist das Monitoringsystem in der Lage, Problemgebiete auf kleinräumiger Ebene aufzudecken. Aufgrund der Transparenz und Übersichtlichkeit der Bewertungsschritte soll generell die dimensionsbezogene Aggregation bevorzugt werden. Diese Variante wurde auch vom Stadtplanungsamt Dresden favorisiert. Jedoch ist es zu beachten, dass die Indikatorenanzahlen der Dimensionen besser ausgeglichen werden sollen. Zum Beispiel sollten die Dimensionen mit wenigen Indikatoren durch zusätzliche Indikatoren ergänzt werden, so dass etwa die gleiche Anzahl der Indikatoren pro Dimension zur Auswertung stehen würde.

## 4 Implementierung des Stadtteilmonitors Dresden

Ein leicht zu bedienendes Monitoringsystem mit flexiblen und zahlreichen Visualisierungsmöglichkeiten wurde unter Nutzung von HTML und PHP programmiert und nutzt für die Datenhaltung eine MySQL-Datenbank. Daher müssen zur Ansicht ein beliebiger Webserver sowie ein Datenbanktool zur Arbeit mit MySQL, welches php unterstützt (zum Beispiel phpMyAdmin), vorhanden sein (Abb. 5).

Das Programm ist als ein offenes und dynamisches System implementiert und kann jederzeit bezüglich der Anzahl der Indikatoren und der Raum-Zeit-Ebenen erweitert werden. Aufgrund der automatisierten Zeichnung der Karten direkt durch das Programm wird für die Ausgabe kein GIS benötigt, was eine breite Anwendung erlaubt.

Durch das entwickelte Monitoringsystem besitzt das Stadtplanungsamt ein effektives Instrument zur frühzeitigen Erkennung negativer Entwicklungstrends und zur Evaluierung bereits durchgeführter Fördermaßnahmen. Dafür stehen unterschiedliche Auswertungs- und Darstellungsmöglichkeiten (Klassenbildung, Häufigkeiten, Ränge, Rangverschiebungen und z-Transformation) bereit. Unter anderem kann mithilfe der Aggregation über alle Indikatoren in Dresden ein Ranking der Einzelgebiete je nach gewünschter räumlicher Ebene für einen Zeitpunkt bzw. Zeitraum durchgeführt werden. Dazu müssen der gewünschte Raumbezug, der Zeitbezug, die zu berücksichtigen-

den Dimensionen sowie die Analysefunktion ausgewählt werden. Das Programm liefert automatisch die Ergebnisse in Form von Diagrammen, Spinnendiagrammen, Karten (siehe z. B. Abb. 6) und Tabellen.

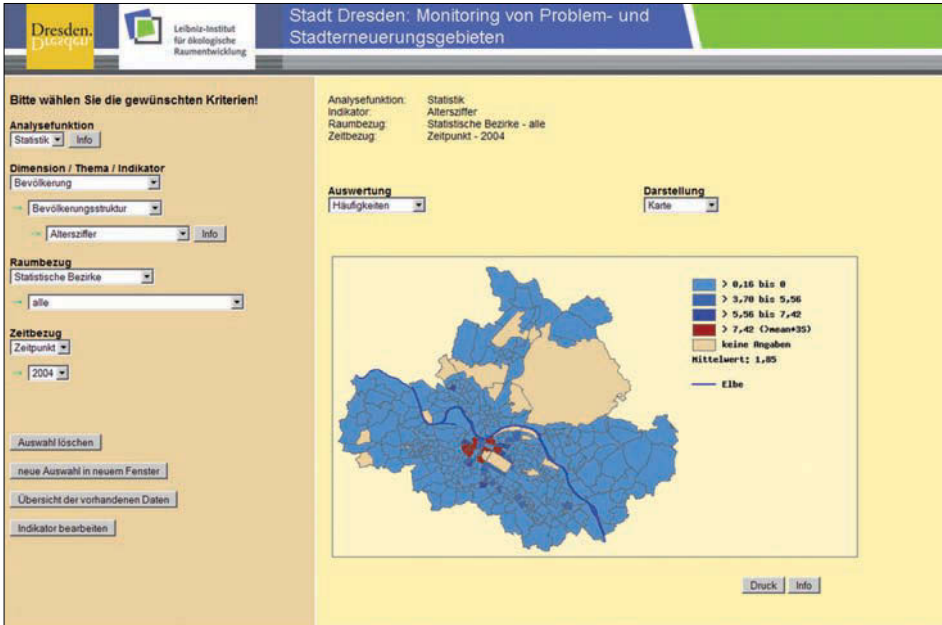


Abb. 5: Benutzeroberfläche des Stadtteilmonitors Dresden (Quelle: Eigene Bearbeitung)

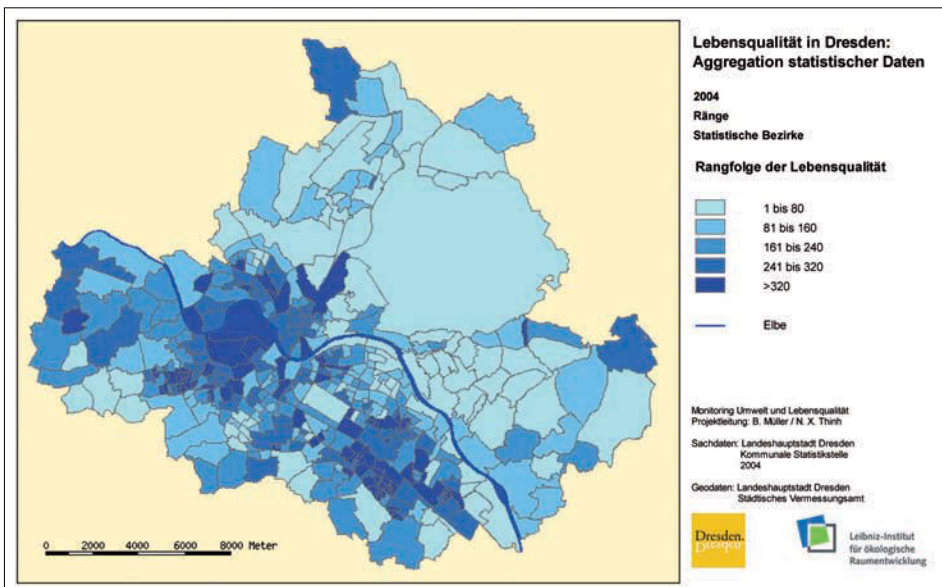


Abb. 6: Ranking der Lebensqualität der Statistischen Bezirke (je niedriger desto besser) (Quelle: Eigene Bearbeitung)

Neben der Darstellung in Kartenform kann die Auswertung nach Rängen auch durch Tabellen erfolgen (Abb. 7).

Rang 2000	Rang 2008	Rangverbesserung/-verschlechterung	Statistische Bezirke	Name
349	1	348	978	Neu-Omsewitz (Thymianweg)
305	3	302	736	Niedersedlitz (E.-Kastner-Str.)
242	4	238	737	Niedersedlitz (M.-Wander-Str.)
233	2	231	769	Strehlen (Edmund-Moeller-Weg)
351	151	200	735	Niedersedlitz (C.-Morgenst.-Str.)
290	123	167	956	Gorbitz-Süd (Wilsdr. Ring-Ost)
191	33	158	556	Seidnitz-Nord (Altenberger Str.)
236	88	148	768	Strehlen (Wilhelm-Rudolph-Str.)
281	206	75	555	Seidnitz-Nord (Johnsbacher Weg)

Abb. 7: Ergebnisdarstellung in Tabellenform (Tabellenanfang) (Quelle: Eigene Bearbeitung)

Die Nutzer des Monitoringsystems haben durch die dargestellten Karten die Möglichkeit, räumliche Konzentrationen von Statistischen Bezirken mit positiven bzw. negativen Lebensqualitäten festzustellen. Durch Überfahren der einzelnen Gebiete in der Karte oder die Angaben in Tabellen erhalten die Anwender die Bezeichnung der jeweiligen Bezirke. Nach Einschränkung des Raumbezugs auf einen einzelnen Statistischen Bezirk lassen sich detailliertere Betrachtungen der Stärken-Schwächen-Analyse durchführen. Die Auswertung erfolgt über die modifizierte z-Transformation und wird als Spinnendiagramm dargestellt (Abb. 8). Für jeden einzelnen Indikator werden neben dem Wert für den gewählten Statistischen Bezirk der Mittelwert sowie das Maximum und Minimum angezeigt.

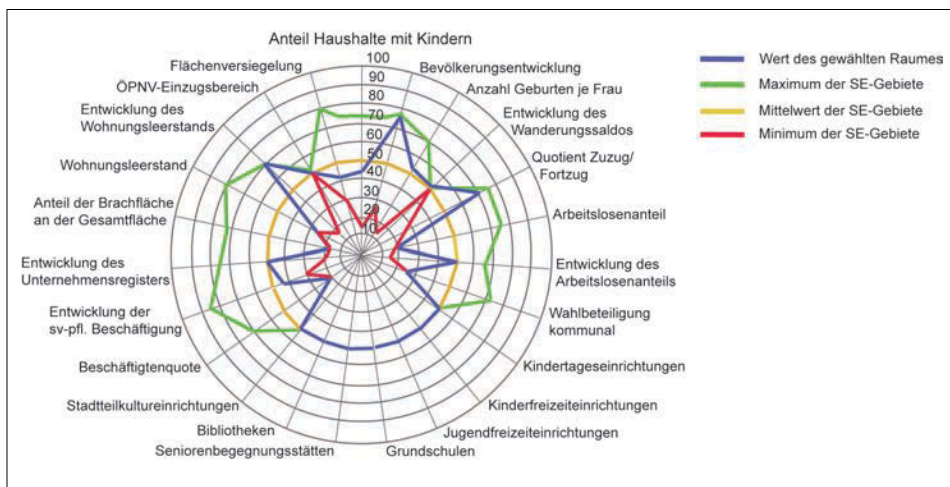


Abb. 8: Spinnendiagramm der aggregierten Indikatoren für einen Statistischen Bezirk (Quelle: Eigene Bearbeitung)

## 5 Fazit

Mit dem im Jahr 2010 abgeschlossenen Projekt konnten das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung gemeinsam mit dem Stadtplanungsamt Dresden eine integrierte Methodik und ein Internetsoftwareprogramm entwickeln, um Problemgebiete frühzeitig festzustellen, Effektivität und Ergebnisse von Stadterneuerungsmaßnahmen zu überwachen und die Lebensqualität und Umweltqualität auf kleinräumiger städtischer Ebene zu analysieren und zu messen. Seit Anfang 2011 findet das Softwareprogramm im Stadtplanungsamt Dresden seinen praktischen Einsatz.

## 6 Danksagung

Der Autor dankt Bernhard Müller, Christiane Westphal, Michael Holfeld und Franziska Terne (IÖR) und dem Stadtplanungsamt Dresden für die sehr angenehme und fruchtbare Zusammenarbeit. Der vorliegende Beitrag stellt eine tiefer gehende Ausarbeitung des Autors auf Basis der Veröffentlichungen Thinh et al. 2010a-b dar.

## 7 Literatur

- Aehnelt, R.; Kühn, M.; Schütte, I. (2006): Lebensqualität in Klein- und Mittelstädten Monitoring im Städtekrans Berlin-Brandenburg. REGIO Transfer 6. Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung. Erkner.
- Bunge, M. (1975): What is a quality of life indicator? *Social Indicators Research*, Vol. 2, pp. 65-79.
- Diener, E.; Suh, E. (1997): Measuring Quality of Life: Economic, Social, and subjective Indicators. *Social Indicators Research*, Vol. 40, pp. 189-216.
- EC (European Commission) (2000): VOLUME I: The Urban Audit – Towards the Benchmarking of Quality of Life in 58 European Cities.
- Korczak, D. (1995): Lebensqualität-Atlas. Westdeutscher Verlag, Opladen.
- Landeshauptstadt Dresden (2007): Kommunale Bürgerumfrage. Dresden.
- Marans, R. W. (2003): Understanding environmental quality through quality of life studies: the 2001 DAS and its use of subjective and objective indicators. In: *Landscape and Urban Planning*, Vol. 65, pp. 73-83.
- Müller, B.; Thinh, N. X.; Holfeld, M.; Terne, F. (2010): Monitoring von Problem- und Stadterneuerungsgebieten – Technisches Handbuch. IÖR, Dresden.
- Müller, B.; Westphal, C.; Schiaccapasse, P.; Mayere, S.; Smaniotto Costa, C.; Küttner, L. (2005): LUDA-Project: Report about monitoring methodology and criteria for assessment (D18). Interner IÖR-Projektbericht. Dresden.
- Schäfer, T. (2003): Schlafmedizin und Lebensqualität. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 115/24, S. 850-852.

- Schütte, I.; Kühn, M. (2004): Lebensqualität in Klein- und Mittelstädten – Ein Berichtssystem im Städtekranz des Landes Brandenburg. In: RBS Mitteilungen, Nr. 1, Problemorientierte Regionale Berichtssysteme, Halle, S. 35-50.
- Smaniotto Costa, C.; Egermann, E.; Küttner, L. (2006): LUDA – „Weißeritz“ – Stadterneuerung und Verbesserung der Lebensqualität. In: RaumPlanung 131, S. 85-90.
- Thinh, N. X.; Müller, B.; Holfeld, M.; Terne, F. (2010a): Bewerten und Visualisieren der Lebensqualität in städtischen Problemgebieten von Dresden. In: Strobl, J.; Blaschke, Th.; Griesebner, G. (Hrsg.) : Angewandte Geoinformatik 2010. Beiträge zum 22. AGIT-Symposium Salzburg, Wichmann, S. 1011-1020.
- Thinh, N. X.; Müller, B.; Terne, F.; Holfeld, M. (2010b): Methodology and application development for monitoring quality of life in Dresden. In: Greve, K. (Ed.): EnviroInfo 2010 – 24th International Conference on Informatics for Environmental Protection in cooperation with Intergeo. Aachen: Shaker, pp. 604-615.



# Raumbeobachtung und Flächenmanagement in der Metropolregion Rhein-Neckar

Hans-Peter Hege

## Zusammenfassung

Das Raumbeobachtungssystem Rhein-Neckar ist eine im Internet frei zugängliche interaktive Plattform, mit dem für das Gebiet der Metropolregion Rhein-Neckar statistische Daten in einfache Kartendarstellungen umgesetzt werden. Nicht zuletzt aufgrund der daraus gewonnenen Erkenntnisse ist die Eindämmung der Freiflächeninanspruchnahme für Siedlungszwecke ein Arbeitsschwerpunkt des Verbandes Region Rhein-Neckar (VRRN). Dies wird an dem Projekt Raum+, eine Erhebung der Innenentwicklungspotenziale in der Metropolregion, und dem Folgeprojekt Raum+ AKTIV, die modellhafte Aktivierung der erfassten Potenziale, deutlich.

## 1 Hintergrund

Ausgangspunkt für die Entwicklung des Raumbeobachtungssystems Rhein-Neckar (RBS) ist die Lage der Metropolregion im Schnittpunkt der drei Bundesländer Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz. Statistische Daten werden überwiegend von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt. Deshalb war es in der Vergangenheit aufgrund von drei zuständigen Statistischen Landesämtern schwierig, mit vertretbarem Aufwand einen schnellen Überblick über räumliche Entwicklungen in der Metropolregion Rhein-Neckar zu erhalten. Daneben stieg mit der Anerkennung als Europäische Metropolregion und der damit verbundenen Ausweitung des Aufgabenspektrums die Nachfrage nach regionsweiten Daten sowie deren komfortabler und anschaulicher Darstellung. Nicht zuletzt ist das Raumbeobachtungssystem ein wichtiges internes Werkzeug im Rahmen der Regionalplanung und -entwick-



Abb. 1: Die Metropolregion Rhein-Neckar im Überblick (Quelle: VRRN)

lung: Notwendige Grundlagendaten können einfach abgerufen werden und räumliche Verteilungen sind aufgrund der implementierten Kartendarstellung schnell zu erfassen.

Unter anderem wegen der aus dem RBS gewonnenen Erkenntnisse ist die zwar abnehmende, aber nach wie vor hohe Inanspruchnahme bislang un bebauter Freiflächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke ein wichtiges Themenfeld des Verbandes Region Rhein-Neckar, hier beispielhaft dargestellt anhand der Projekte Raum+ und Raum+AKTIV. Während in der Metropolregion Rhein-Neckar die Bevölkerungszahl seit 1960 „nur“ um ein Viertel gestiegen ist, verdoppelte sich die Siedlungs- und Verkehrsfläche. Setzt sich dieser Trend in der Zukunft und unter den Vorzeichen des Demografischen Wandels fort, wird es – abgesehen von den ökologischen und sozialen Risiken dieser Entwicklung – aller Voraussicht nach schwierig, die Infrastrukturen dieser wachsenden Siedlungsflächen angemessen unterhalten zu können.

## 2 Das Raubeobachtungssystem Rhein-Neckar

### 2.1 Konzeption

Das RBS ist als frei zugängliche Informationsplattform im Internet konzipiert, mit der statistische Daten zur Metropolregion Rhein-Neckar interaktiv abgefragt werden können. Die aktuelle Auswahl wird in einer Kartendarstellung visualisiert und kann als Tabelle

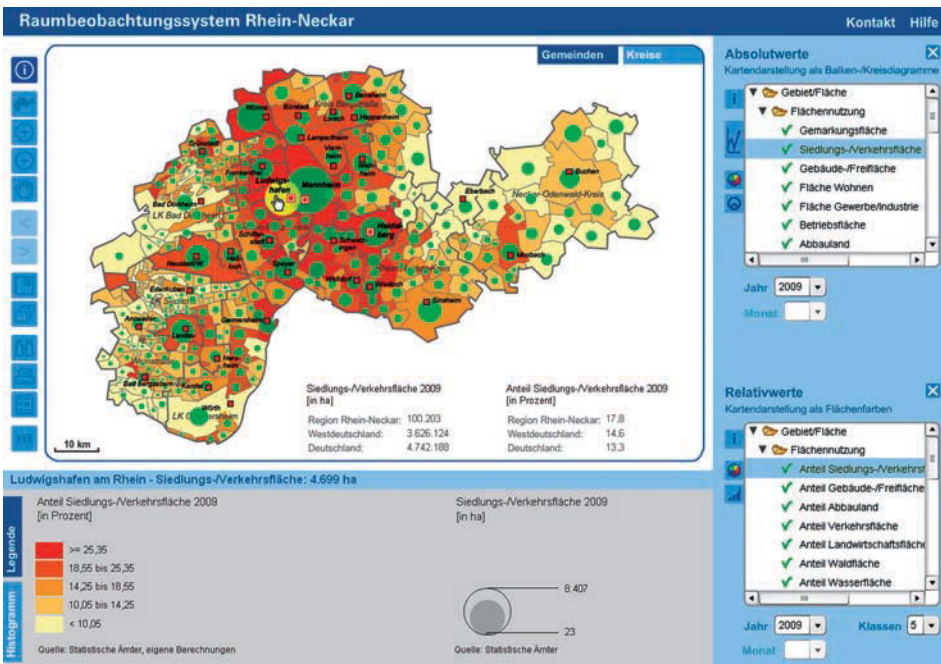


Abb. 2: Oberfläche des Raubeobachtungssystems Rhein-Neckar (Quelle: VRRN)



digital ausgegeben oder ausgedruckt werden. Das RBS ist nicht als Web-GIS konzipiert, sondern beschränkt sich auf die Darstellung statistischer Daten auf Kreis- oder Gemeindeebene. Der Link [www.raumbeobachtung-rhein-neckar.de](http://www.raumbeobachtung-rhein-neckar.de) führt auf die Startseite des RBS.

Das RBS stellt keine selbsterhobenen Daten dar, sondern führt Daten aus bereits vorhandenen Quellen, vor allem von den Statistischen Ämtern und der Bundesagentur für Arbeit, zusammen. Es werden über 300 Indikatoren aus Themenfeldern wie z. B. Flächennutzung, Demographie oder Arbeitsmarkt angeboten. Die Zusammenführung erfolgt dabei nicht über einen direkten Datenzugriff auf die Datenbanken der Statistischen Ämter, sondern durch den Einzelbezug der Daten über die Landesinformationssysteme bzw. auf Anfrage. Ersteres wäre sicher wünschenswert, war aber aufgrund der unterschiedlichen bzw. nicht zugänglichen Schnittstellen der Datenanbieter nicht zu realisieren. Nach einer teilweise automatisierten Aufbereitung werden die Daten in die Datenbank des RBS eingespielt.

## 2.2 Funktionalitäten

Basis des RBS ist eine Datenbank, in die die aufbereiteten Daten eingespielt werden. Neben einer umfangreichen Datentabelle werden in kleineren Tabellen die Metadaten verwaltet. Bei jedem Aufruf des RBS werden diese Daten abgefragt und an eine Flash-Anwendung übergeben, die sie in eine Kartendarstellung umsetzt. Daneben werden zum Beispiel auch Informationen zu den Datenquellen, der Darstellungsart und der Gliederungsstruktur der Themen ausgelesen. Letztere sind somit nicht in der Programmierung festgelegt, sondern können durch Änderung der entsprechenden Metadaten-tabelle schnell an neue inhaltliche Anforderungen angepasst werden.

Bewusst nimmt die Kartenanzeige den größten Raum auf der Benutzeroberfläche ein. Zentrales Bedienelement sind die Themenbäume, in denen alle Indikatoren in einer Ordnerstruktur nach Thema und Unterthema gegliedert abgelegt sind. Nach Auswahl eines Indikators kann zusätzlich der gewünschte Jahrgang eingestellt werden, worauf die entsprechende Kartendarstellung angezeigt wird. Um in der Karte gleichzeitig Absolutwerte als Kreis- oder Balkendiagramm und Relativwerte als Flächenfarbe darstellen zu können, sind zwei Datenbäume zur parallelen Auswahl von Absolut- und Relativwerten vorhanden. Erwähnenswert ist insbesondere die Entwicklungsdarstellung, mit der die zeitliche Entwicklung eines Absolutwertes innerhalb eines auswählbaren Zeitraums als Flächenfarbe dargestellt wird. Am linken Bildrand ist neben den üblichen Werkzeugen zur Kartennavigation eine Tabellenausgabe implementiert. Alternativ zur Legendendarstellung kann im unteren Bereich eine Histogrammdarstellung ausgewählt werden.

## 2.3 Resonanz

Seit der Freischaltung des RBS im Oktober 2008 ist eine stetige Nachfrage zu verzeichnen, die bis zur Verwendung im Fach Geographie für ganze Schulbezirke reicht. Aufgrund der positiven Resonanz wurde das RBS in einer weiteren Version zwischenzeitlich – entsprechend modifiziert – in der Region Heilbronn-Franken vom dortigen Regionalverband veröffentlicht.

Ergänzend zum RBS und zur Erleichterung der Interpretation der Ergebnisse ist die Schriftenreihe „Regionalmonitoring Rhein-Neckar“ entwickelt worden. In ihr werden aktuelle Themen aufgegriffen und Hintergründe erläutert. Bisher sind die zwei Ausgaben „Bevölkerung“ und „Flächennutzung“ erschienen. In letzterer wird die nach wie vor hohe Freiflächeninanspruchnahme für Siedlungszwecke thematisiert, was sich auch in den Projekten Raum+ und Raum+ AKTIV des Verbandes widerspiegelt.

## 3 Flächenmanagement in der Metropolregion: Raum+ und Raum+ AKTIV

### 3.1 Raum+

In der Vergangenheit war bei der Mehrzahl der Städte und Gemeinden in der Metropolregion Rhein-Neckar kein qualifizierter Überblick über Innenentwicklungspotenziale vorhanden. Eine systematische Übersicht über die Abgrenzungen der Potenziale und über qualitative Flächenmerkmale ist jedoch eine Grundvoraussetzung, um ein zielgerichtetes Flächenmanagement aufbauen zu können. Mit dem Kooperationsprojekt Raum+ Rhein-Neckar wurde in den Jahren 2008/2009 gemeinsam mit den Kommunen eine regionsweite Übersicht über Innenentwicklungspotenziale geschaffen, die größer als 2 000 m<sup>2</sup> bzw. 5 000 m<sup>2</sup> sind.

#### 3.1.1 Vorgehen

Grundgedanke von Raum+ Rhein-Neckar ist ein gemeinsames und kooperatives Vorgehen zwischen den Mitarbeitern der Kommunen, dem Verband Region Rhein-Neckar und der Universität Karlsruhe bzw. einem als Spin-Off agierenden Büro, welchem die Projektdurchführung oblag. Ohne die enge Zusammenarbeit mit den Kommunen wäre eine realistische Erfassung und Bewertung der Innenentwicklungspotenziale nicht möglich gewesen. Dabei wird die Akzeptanz von Raum+ durch die freiwillige Teilnahme aller 149 Kommunen in der Metropolregion deutlich.

Im Rahmen der Erhebung vor Ort wurden die Potenziale mit den entsprechenden Merkmalen direkt in eine internetgestützte, passwortgeschützte Plattform eingegeben, die in der Folge von den Kommunen selbst aktualisiert werden soll.

### 3.1.2 Ergebnisse

Insgesamt wurden in der Metropolregion Rhein-Neckar 1 370 Innenentwicklungspotenziale mit zirka 1 840 ha erhoben. Dieses Gesamtpotenzial ist nur geringfügig kleiner als beispielsweise die gesamte Siedlungsfläche von Heidelberg mit über 145 000 Einwohnern.

Für die (Wieder-) Nutzung der erhobenen Innenentwicklungspotenziale für Siedlungszwecke ist deren Mobilisierbarkeit entscheidend. Für etwa ein Viertel, beziehungsweise 450 ha der erhobenen Potenziale, wurden aus kommunaler Sicht keine nennenswerten Hinderungsgründe festgestellt. Jedoch muss für etwa die Hälfte dieser Potenziale noch Baurecht geschaffen werden. Zudem können diese Potenziale in Kommunen liegen, bei denen die Nachfragesituation und somit die Vermarktung schwierig ist.

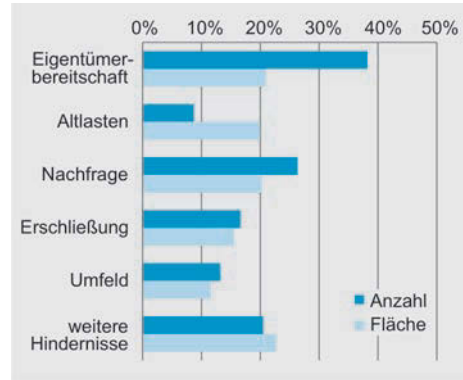


Abb. 3: Hinderungsgründe bezüglich der Umsetzung von Innenentwicklungspotenzialen (Quelle: VRRN)

1 340 ha oder 73 % aller erfassten Innenentwicklungspotenziale sind mit Hinderungsgründen behaftet. Dabei werden lediglich Flächen in einer Größenordnung von etwa 110 ha als wirkliche „Problemfälle“ eingestuft. Alle anderen Flächen mit Hinderungsgründen erscheinen nach kommunaler Einschätzung grundsätzlich als realisierbar, allerdings mit einem über das übliche Maß hinausgehenden, deutlich höheren Aufwand. Die fehlende Bereitschaft der Eigentümer stellt dabei den häufigsten Hinderungsgrund für eine Flächenmobilisierung dar.

### 3.1.3 Bewertung

Im Rahmen der momentan laufenden Aufstellung des Einheitlichen Regionalplans Rhein-Neckar sind Aussagen über vorhandene Innenentwicklungspotenziale unerlässlich. Neben den mit Raum+ erfassten Innenentwicklungspotenzialen sind im Flächennutzungsplan dargestellte Flächen am Siedlungsrand eingeflossen, welche als „Wohnen Planung“ bzw. „Bestand“ dargestellt, tatsächlich jedoch unbebaut sind.

Mindestens ebenso wichtig war jedoch, mit allen Kommunen in der Region einen Dialog über Innenentwicklung und Flächenmanagement zu beginnen. Häufig entstand bei den Erhebungen der Eindruck, dass durch Raum+ ein Anstoß gegeben werden konnte, die bisherige Flächenhaushaltspolitik zu überdenken.

## 3.2 Raum+ AKTIV

### 3.2.1 Hintergrund

Auf Grundlage der Ergebnisse aus Raum+ kann ein erhebliches Flächenpotenzial für die Siedlungsentwicklung bereitgestellt werden, ohne zusätzliche Freiflächen im Außenbereich in Anspruch zu nehmen. Deshalb richtet sich der Fokus des Nachfolgeprojekts Raum+ AKTIV auf die konkrete Mobilisierung von Innenentwicklungspotenzialen. Dies soll gemeinsam mit ausgesuchten Modellkommunen erreicht werden, indem beispielhafte Lösungen für die bauliche (Wieder-) Nutzung von Innenentwicklungspotenzialen entwickelt werden, die für die gemeindliche Entwicklung von hoher Bedeutung sind. Gleichzeitig weisen die ausgesuchten Flächen jedoch eine so hohe Problematik auf, dass die Kommunen eine Umsetzung mit eigenen Ressourcen kaum realisieren könnten. Erklärtes Ziel ist, offene Fragen soweit zu klären, dass mit einer konkreten Bebauung unmittelbar nach Projektende begonnen werden kann.

An dem im Herbst 2009 begonnenen Projekt sind neun Modellkommunen in der Metropolregion Rhein-Neckar und den Regionen Mittlerer Oberrhein und Nordschwarzwald beteiligt. Finanziell unterstützt wird Raum+ AKTIV zudem von den drei betroffenen Ländern.

### 3.2.2 Projektverlauf

Als maßgebend für den Erfolg von Raum+ AKTIV wird die Einbindung eines renommierten Planungsbüros angesehen, welches durch ein integriertes Vorgehen das komplexe Anforderungsprofil bei der Aktivierung von Innenentwicklungspotenzialen abdecken kann. Hierzu erstellt das für Raum+ AKTIV beauftragte Planungsbüro basierend auf Marktstudien wirtschaftlich optimierte Nutzungskonzepte, die sich durch die integrierte Zusammenführung von Architektur und Städtebau, Infrastrukturplanung, Umwelttechnik und Immobilienökonomie auszeichnen. Es werden Projektkosten, Finanzierungsmodelle und Fördermöglichkeiten aufgezeigt, um Kosten und Risiken für potenzielle Investoren transparent zu machen. Daneben ist das frühzeitige Einbeziehen aller betroffenen Akteure wie Grundstückseigentümer, Kommunen oder Fachbehörden wesentlich.

Als Zwischenfazit kann bereits jetzt festgehalten werden, dass bei der Mehrzahl der beteiligten Modellkommunen eine konstruktive und zielführende Zusammenarbeit mit den relevanten Akteuren erreicht werden konnte, wo vorher eher Untätigkeit oder Blockadesituationen dominierten. Somit scheint das angestrebte Projektziel in erreichbare Nähe zu rücken.

Für viele Kommunen ist es schwierig abzuschätzen, wie realistisch eine (Wieder-) Bebauung von Innenentwicklungspotenzialen ist. Deshalb ist neben der konkreten Flächen-

aktivierung die Entwicklung eines „Standortpotenzial-Checks“ ein weiterer Baustein von Raum+ AKTIV. Er soll basierend auf den Erkenntnissen in den Modellkommunen eine verallgemeinernde Abschätzung der Realisierbarkeit von Innenentwicklungspotenzialen für alle interessierten Kommunen ermöglichen.

## **4 Literatur**

Verband Region Rhein-Neckar (2008): Flächennutzung – Nutzungsarten, Entwicklung und räumliche Unterschiede. Mannheim.

Verband Region Rhein-Neckar (2009): Nachhaltiges Siedlungsflächenmanagement in der Metropolregion Rhein-Neckar. Mannheim.



# Neue Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten im Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor)

Jochen Förster

## Zusammenfassung

Der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung, kurz: „IÖR-Monitor“ informiert seit 2010 im Internet über die Entwicklung der Siedlungs- und Freiraumstruktur in Deutschland. Dabei befindet er sich in stetiger Weiterentwicklung, sowohl was das Indikatorenset betrifft, als auch die Visualisierungs- und die Analysemöglichkeiten. Der Beitrag beschreibt die neuesten Entwicklungen des Übersichts-Viewers und gibt einen Einblick in den entstehenden Detail-Viewer.

## 1 Einführung

Der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung ist seit 2010 über die Website <http://www.ioer-monitor.de> erreichbar.

Eine Visualisierung der Indikatorwerte in Form von dynamisch erzeugten Karten und Statistiken ist direkt möglich, sodass es dem Nutzer sehr leicht gemacht wird, die benötigten Rauminformationen schnell und unkompliziert zu erreichen. Ein wesentlicher Baustein in diesem Konzept ist der sogenannte Übersichts-Viewer, welcher die Indikatoren auf Basis administrativer Gebietseinheiten bis zur Gemeindeebene in Karten- und Tabellenform zur Verfügung stellt. Zukünftig wird es auch einen Detail-Viewer geben, welcher noch kleinräumigere Daten präsentieren kann und über echte GIS-Funktionalitäten verfügen wird.

## 2 Neu verfügbare Funktionen

Der Übersichts-Viewer bot die Visualisierung der Indikatorwerte bisher in den Raumgliederungen Bundesland, Kreis, Gemeinde sowie, bis zu einer Ausdehnung von maximal drei Kreisen, Rasterkarten mit 1 km Kantenlänge an. Neu, als Auswahlmöglichkeiten für die Raumebene, sind die Raumordnungsregionen und die in Kürze freizuschaltenden, deutschlandweiten Raster (10 km Kantenlänge) zu nennen.

Für eine verbesserte Kartengestaltung existieren neue, separat auswählbare Zusatzebenen: das Autobahnnetz, das Fernbahnnetz der DB und das Gewässernetz in den zwei Detailstufen Hauptfließgewässer bzw. Fließgewässer. Die Farbgebung der einzelnen Zusatzebenen kann, wie beim Übersichts-Viewer gewohnt, frei definiert werden.

Die Legende beinhaltet nun, neben der bisherigen Klasseneinteilung, auch eine Angabe zur gewählten Klassifikation sowie eine Darstellung des Histogramms der Verteilung der Indikatorwerte, was eine Interpretation der Karte erleichtert (Abb. 1). Damit wird auch ihre Weiterverwendung verbessert, da damit die interaktiv wählbaren Viewereinstellungen in die eigentliche Kartengrafik eingebunden werden.

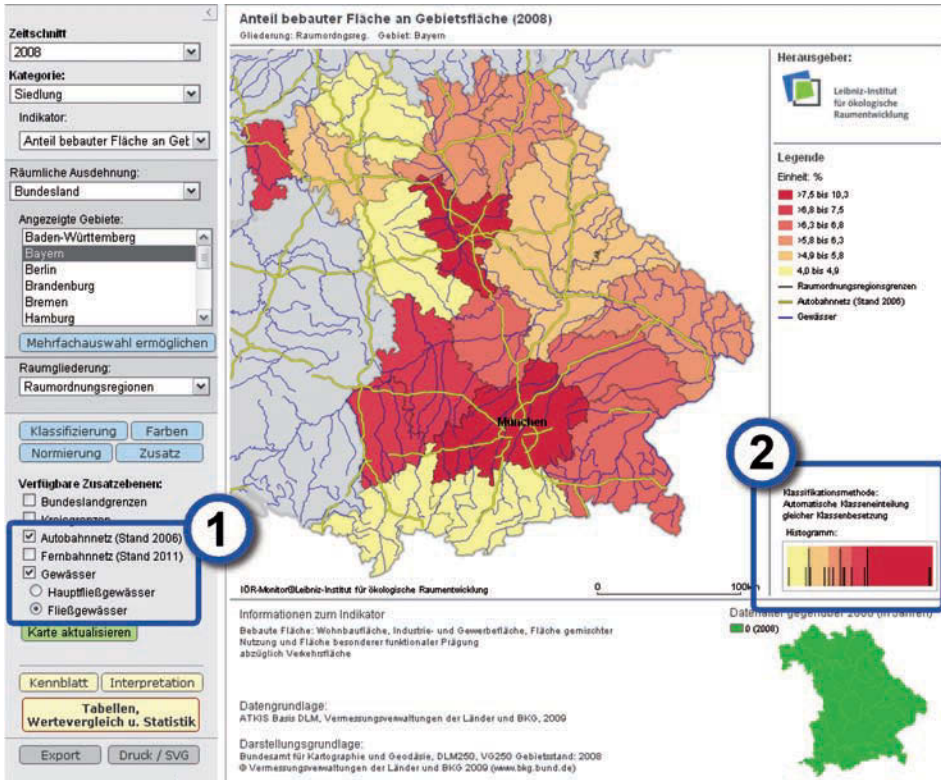


Abb. 1: Beispielskarte mit wählbaren Zusatzebenen (1), Klassifikationshinweis und Histogramm (2) (Quelle: [www.ioer-monitor.de](http://www.ioer-monitor.de))

Im Hinblick auf die weitere Verwendung der erstellten Karten ist die neue Exportfunktion von großem Wert. Es ist nun sehr einfach möglich, die Kartengrafiken als PNG, TIFF oder JPEG in Auflösungen von 1 200, 2 000 und 3 000 Pixeln Breite und entsprechender Höhe zu exportieren. Als Ausgabeformat wird neben dem bisher existierenden SVG-Format nun auch die Ausgabe als PDF angeboten (Abb. 2).

Die direkt an den Übersichtsviewer gekoppelten Statistikwerkzeuge wurden um zusätzliche Funktionalitäten erweitert. So ist es nun möglich, einen frei wählbaren weiteren Indikator in der Wertetabelle zu ergänzen, um diesen im direkten Vergleich analysieren zu können.



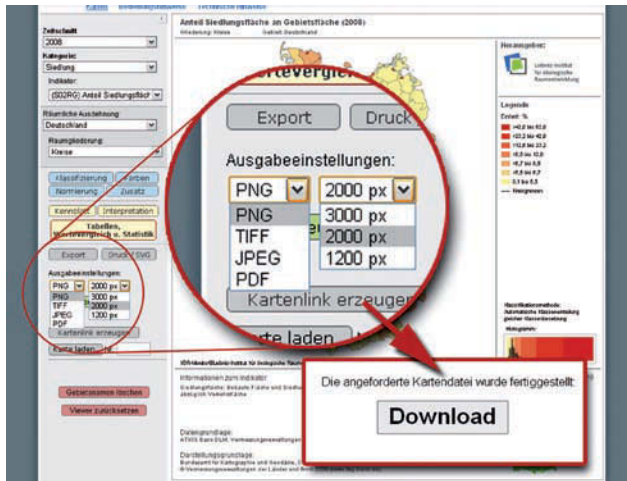


Abb. 2: Verbesserte Export von Karten (Quelle: [www.ioer-monitor.de](http://www.ioer-monitor.de))

Auch die Statistikwerkzeuge verfügen jetzt über einen direkten Zugang zur „Speicher“-Funktion, bei der sowohl die zugrundeliegende Karte, als auch sämtliche Einstellungen im Statistikteil auf dem Server abgelegt und bei Bedarf wieder aufgerufen werden können.

Wie der Übersichtsviewer selbst, wurde auch das Statistikwerkzeug um eine Exportfunktion ergänzt. Zur Weiterverarbeitung der raumbezogenen Indikatorwerte in einer Tabellenkalkulation wird ein Export der Tabelle im CSV-Format angeboten.

An dieser Stelle ein Hinweis für GIS-Nutzer: Durch Verknüpfung der Indikatorwerte aus dem IÖR-Monitor über den administrativen Gebietsschlüssel (AGS) mithilfe einer „Join“-Funktion ist es möglich, neue Attribute an einen bestehenden Datenbestand des gleichen Zeitschnittes anzufügen. Unter Umständen ist noch eine Änderung des Dateiformates nötig, was mit jedem Tabellenkalkulationsprogramm einfach möglich ist.

Ein großer Fortschritt, auf dem Weg zu zeitlich vergleichbaren Daten, wurde dadurch erzielt, dass zeitlich frühere Indikatorwerte auch auf aktuelle Gebietseinheiten umgerechnet werden. Dies ermöglicht eine Vergleichbarkeit der Werte, unabhängig von Gebietsreformen bzw. Eingemeindungen. Eine Einschränkung gibt es dabei allerdings: Zeitliche Vergleiche können verfahrensbedingt – in aller Regel vergrößern sich die Gebietseinheiten in Folge einer Gebietsreform – nur mit zurückliegenden Zeitschnitten erfolgen.

### 3 Weiterentwicklungen des Übersichts-Viewers

Der IÖR-Monitor hat als Ziel, ausgewählte Indikatorwerte für verschiedene Gebietseinheiten zeitlich zu vergleichen und die Entwicklung der Flächennutzung damit anzuzeigen. Dies wird derzeit nur durch tabellarische Vergleiche ermöglicht, in Zukunft ergänzend auch durch eine dynamisch erstellte Karte. Damit wird eine räumlich vergleichende

Entwicklungsbewertung möglich. Durch die Anzeige der Indikatorwertentwicklung pro Jahr werden mögliche Fehlinterpretationen, bedingt durch die Mischung unterschiedlicher Grundaktualitäten, minimiert (Abb. 3).

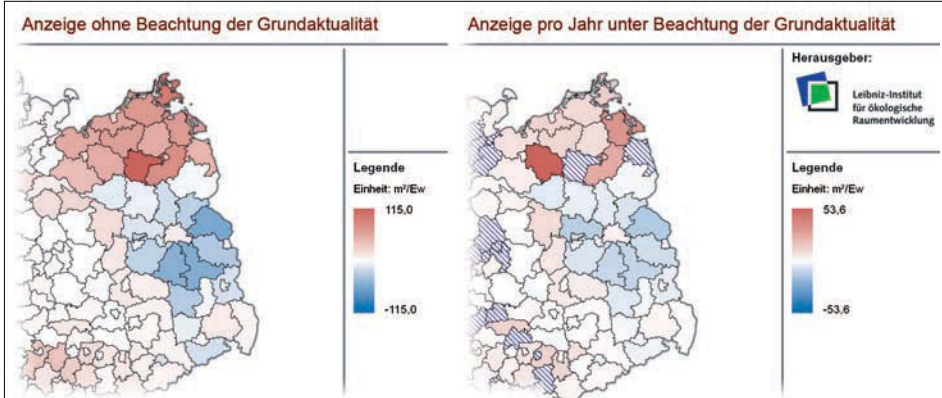


Abb. 3: Karten zur Indikatorentwicklung (links: zwischen zwei Zeitschnitten insgesamt; rechts: pro Jahr unter Beachtung der jeweiligen mittleren Grundaktualität) (Quelle: www.ioer-monitor.de)

In Planung befindet sich eine Erweiterung der Statistikwerkzeuge um erweiterte Diagrammdarstellungen für Zeitschnittvergleiche bzw. komplette Zeitreihen. Die Diagramme werden darauf abgestimmt, dass die Indikatorwerte mit den zugrundeliegenden Grundaktualitäten und damit zeitlich korrekt losgelöst von den Zeitschnitten der Datenlieferung, auf einem Zeitstrahl angezeigt werden. Diese Art der Diagrammdarstellung ist sowohl für die Darstellung eines Indikators über sämtliche Gebietseinheiten (Abb. 4) als auch für die Darstellung aller Indikatoren für eine einzelne Raumeinheit (Abb. 5) geplant.

Sortierung über Klick in jeweiligen Spaltennamen möglich

		Bundesland (2008)												
	lfd. Nr.	ID	Name	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
✓	M	1	08	Baden-Württemberg										
✓	M	2	09	Bayern										
✓	M	3	11	Berlin										
✓	M	4	12	Brandenburg										
✓	M	5	04	Bremen										

Abb. 4: Konzeptionelles Beispiel für die zeitrichtige Vergleichsdarstellung eines einzelnen Indikators über mehrere Gebietseinheiten (Quelle: Eigene Darstellung)

**Übersicht aller Indikatorwerte für Bundesland: Baden-Württemberg  
Zeitschnitt: 2008**

AGS: 08

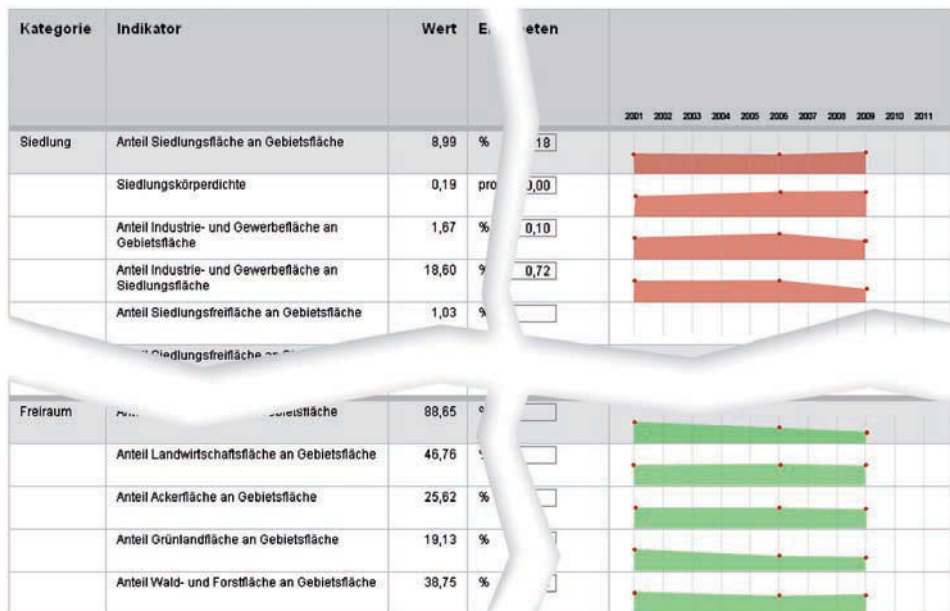


Abb. 5: Konzeptionelles Beispiel für die zeitrichtige Vergleichsdarstellung von mehreren Indikatoren einer einzelnen Gebietseinheit (Quelle: Eigene Darstellung)

#### 4 Kleinräumige Darstellung in einem Detail-Viewer

Zur Ergänzung des bestehenden Übersichts-Viewers wird an einem Detail-Viewer gearbeitet, welcher auch sehr kleinräumige Daten präsentieren kann. Die Palette reicht von der Gemeindeebene, über Baublöcke, bis hin zu Rastern mit einer Kantenlänge von 100 m.

Die Herausforderung dabei ist die Handhabung der enormen Datenmenge. Der Übersichts-Viewer ist pro Zeitschnitt mit ca. 15 Millionen Datensätzen bestückt. Beim Detail-Viewer steigt die Anzahl der Datensätze jedoch um ein Vielfaches, wobei erste Schätzungen bei min. 2 Milliarden Datensätzen pro Zeitschnitt liegen. Diese erste Schätzung basiert auf weit über 60 Millionen einzelnen Gebietseinheiten multipliziert mit min. 30 Indikatoren.

Mit dieser großen Datenmenge stößt das Konzept des Übersichts-Viewers an seine Grenzen. So wird der Detail-Viewer keine Vektordaten mehr zum Browser übertragen, sondern auf einem Webclient (OpenLayers) und einem Mapserver mit Datenbankbindung sowie WMS-, WFS- und WCS-Funktionalität aufbauen. Dies ermöglicht in Zukunft eine Nutzung der Monitor Daten in GIS-Anwendungen externer Nutzer über das Internet.

Tab. 1: Konzeptionelle Vergleich von Übersichts- und Detail-Viewer

	Übersichts-Viewer	Detail-Viewer
Einsatz	Informationssystem für Übersichtsmaßstäbe	Informationssystem für kleinräumige Daten
Erstdarstellung	Deutschland gesamt	Ortssuche
GIS-Optionen	Tabellenausgabe, statistische Auswertung, Vergleich mit übergeordneten Gebietseinheiten	Kartenvergleich, Kombination mit Google Maps und WMS-Diensten
Standard Ausgabeformat	SVG (XML, Vektor)	OpenLayers (Raster)
Datenbasis	MySQL/PostgreSQL	PostgreSQL/FGDB
Datensätze pro Zeitschnitt	ca. 15 Millionen	>2 Milliarden

Entwicklungsziel ist es, die Bedienung des Detail-Viewers sehr nah an das Bedienkonzept des Übersichts-Viewers anzupassen, und dem Nutzer damit eine konsistente und sehr einfach zu bedienende Gesamtoberfläche zu bieten (Abb. 6).

Zusätzliche Bedienelemente werden in die bestehende Oberfläche integriert und beinhalten Funktionen wie:

- ziehen und zoomen direkt in der Karte,
- hinzufügen vordefinierter Karten und öffentlicher Geodienste (Google, Bing, OSM, ...),
- hinzufügen eigener OGC-konformer WebMapServices,
- wählbare transparente Überlagerungen über die Indikatorkarten,
- Ortssuche mit automatischer Zentrierung auf den gesuchten Ort,
- Anzeige einer Vergleichskarte eines zweiten Zeitschnittes.

Der Detail-Viewer wird den IÖR-Monitor um einen wichtigen Baustein erweitern und damit das Angebot, für die Datenexploration durch den Nutzer, in naher Zukunft komplettieren.

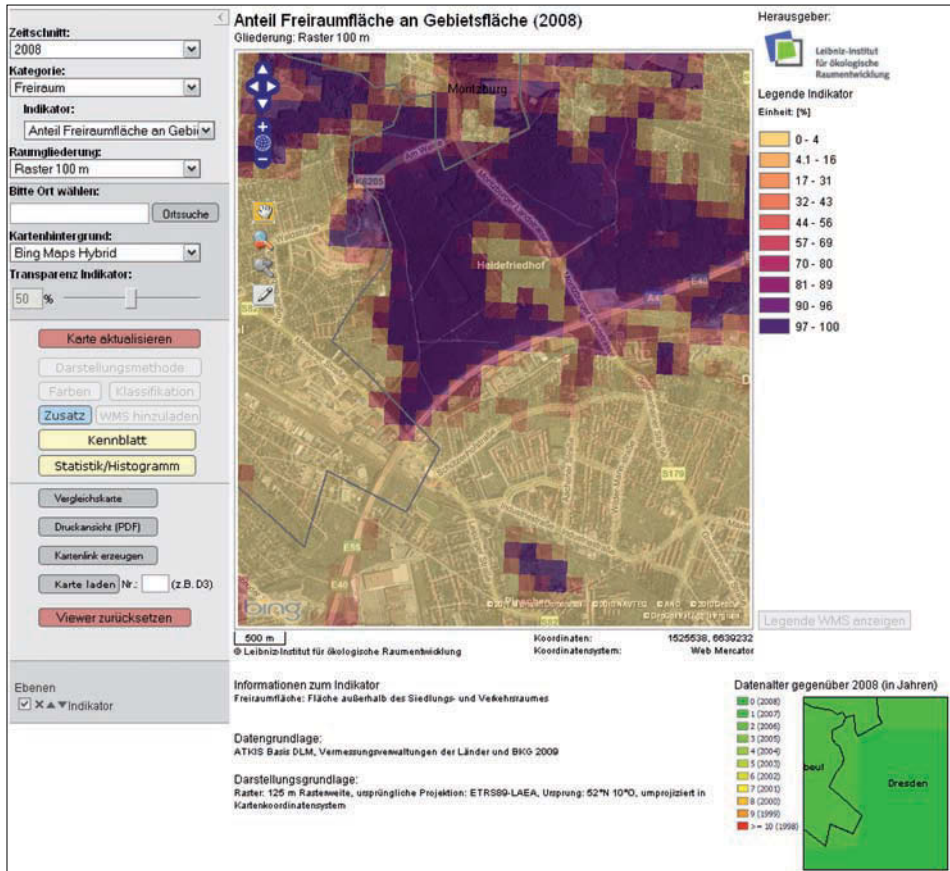


Abb. 6: Beispielkarte im Prototyp-Webclient, auf Basis von OpenLayers, mit aktivierter Transparenz der Indikatorebene und dahinterliegendem Luftbild (Quelle: www.ioer-monitor.de)

## 5 Literatur

Meinel, G.; Förster, J.; Witschas, S. (2009): Geobasisdaten – Grundlage für die Berechnung von Indikatoren zur Siedlungs- und Freiraumentwicklung. In: Kartographische Nachrichten 59 (2009) 5, S. 243-250.

Open Source Geospatial Foundation (2011): OpenLayers „Free Maps for the Web“. Onlinedokument: <http://openlayers.org> (Zugriff 01.04.2011).



## **Amtliche Geodaten und -dienste als Grundlage eines Monitorings**





# Das ATKIS Basis-DLM im neuen Gewand – was hat sich geändert

Wolfram Kunze

## Zusammenfassung

Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) hat nach langer und umfangreicher Expertenarbeit die konzeptionelle Entwicklung von AFIS (Amtliches Festpunktinformationssystem), ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) und ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) in Form der GeoInfoDok Version 6.0 (Stand 11.04.2008) veröffentlicht. Die konsequent einbezogenen und umgesetzten internationalen Standards und Normen sind auch für die Modellierung anderer Geofachdaten richtungsweisend. Durch die Standardisierung ist der Grundstein gelegt, die AAA-Daten in die vorhandenen Geodateninfrastrukturen für Deutschland und Europa als Basisbaustein zu integrieren.

## 1 Einführung

Die AdV beschloss 1995, ihre bis dahin weitgehend getrennt entwickelten und gepflegten Informationssysteme ALB (Automatisiertes Liegenschaftsbuch), ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte) und ATKIS durch ein neu zu entwickelndes, integriertes System zu ersetzen.

Die bestehenden, zum großen Teil selbst entwickelten Systeme konnten nur mit großem Aufwand an neue Anforderungen angepasst werden. Sie sollten in Verbindung mit der Neuausrichtung durch Standardsoftware von GIS-Herstellern abgelöst werden. Das propagierte gemeinsame Datenaustauschformat EDBS (Einheitliche Datenbankschnittstelle) hatte unterschiedliche Ausprägungen und wurde aufgrund seiner Komplexität vom Markt nur zögernd oder gar nicht angenommen. Die vorhandenen internationalen Normen und Standards für Geo-Daten wurden nicht genutzt, so dass sich die bestehenden Systeme und Daten nicht für eine Integration in die aufkommenden Geodateninfrastrukturen eigneten.

Es wurde aber bald erkannt, dass eine rein formale Harmonisierung des Datenmodells und der Schnittstelle nicht ausreichend ist. Vielmehr musste auch eine semantische Zusammenführung (gemeinsames Objektverständnis und gemeinsamer Objektartenkatalog) vorgenommen werden. Ein entsprechender Beschluss wurde vom AdV-Plenum im Jahr 1997 gefasst.

Nach fast 15-jähriger, intensiver Entwicklungs- und Implementierungsarbeit ist das gemeinsame auf Normen basierende AAA-Datenmodell entstanden. Die darin enthaltenen Fachschemata AFIS, ALKIS und ATKIS sind teilweise bereits in die Praxis eingeführt worden.

Die Namensgleichheit bei ATKIS suggeriert, dass keine oder kaum Änderungen für diese Fachanwendung stattgefunden haben. Es sind aber auch für ATKIS eine Reihe von grundlegenden Neukonzeptionen umzusetzen. Diese sind nicht innerhalb der Migration vom alten in das neue Datenmodell zu realisieren. Vielmehr müssen einige Sachverhalte in einer „Vormigration“ bereinigt werden, andere aber wieder müssen eine „Nachmigration“ durchlaufen.

## 2 Modellierung der ATKIS-Daten im AAA-Datenmodell

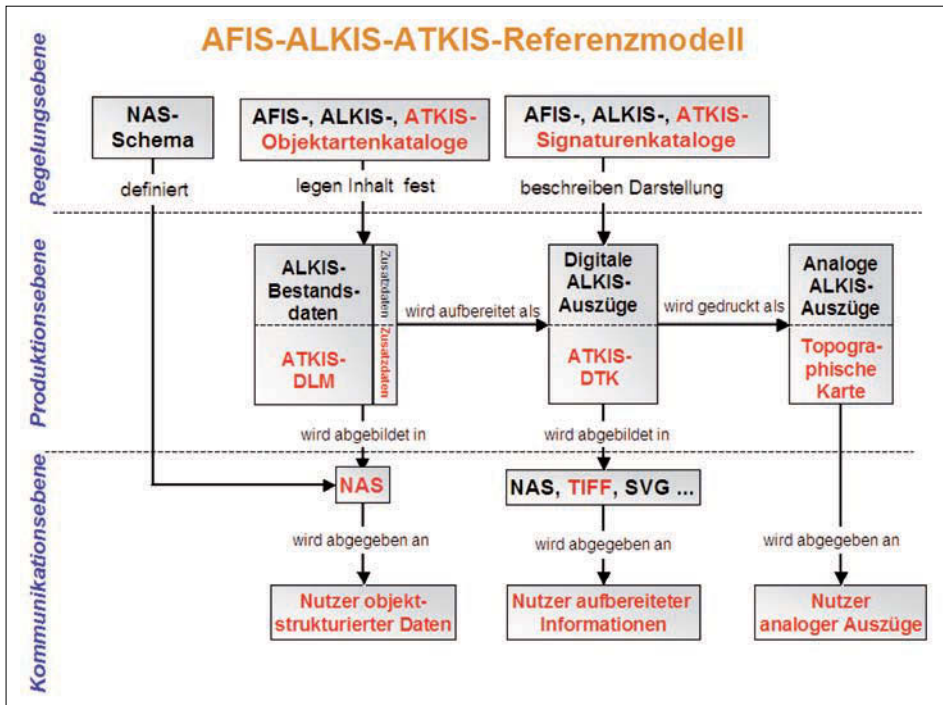


Abb. 1: AAA-Referenzmodell (Quelle: AdV)

Bei der Gegenüberstellung des neuen AAA-Referenzmodells (Abb. 1) mit dem bisherigen ATKIS-Referenzmodell wird deutlich, dass es sich von diesem im Wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass das Liegenschaftskataster (ALKIS) integriert und die EDBS als Datenaustauschnittstelle durch die NAS (Normbasierte Austauschchnittstelle) ersetzt wurde. Die Objektartenkataloge dienen nach wie vor als fachliche Basis für den Daten-

inhalt und die Signaturenkataloge als Vorschriften für die Darstellung der Objekte in den einzelnen Kartentypen und -maßstäben. Aus den Digitalen Landschaftsmodellen (DLM) werden nach wie vor über Ableitungsprozesse die Digitalen Topographischen Karten (DTK) erzeugt. Was sich aber durch die Neumodellierung geändert hat, sind das zugrundeliegende Datenmodell der DLM und der Inhalt und die Ausprägung der Kataloge.

### 3 Unterschiede im Datenmodell

Der strukturelle Unterschied der ATKIS-Modellierung zwischen dem alten und neuen Datenmodell ist die Reduzierung von drei auf zwei fachliche Hierarchieebenen (Abb. 2). Die im alten Datenmodell vorhandene Objektteilebene ist ersatzlos entfallen. Die ehemals auf Objektteilebene angesiedelten Informationen, insbesondere die Überführungsreferenzen, sind auf die Objektebene gewandert.

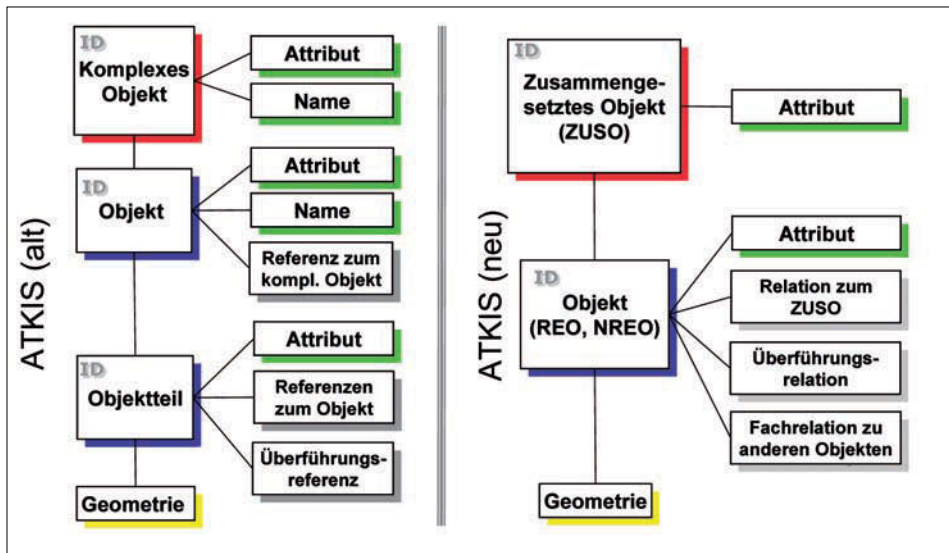


Abb. 2: Gegenüberstellung altes und neues ATKIS-Datenmodell (Quelle: Adv)

Die Begriffe wurden in einigen Fällen geändert, ohne dass inhaltliche oder funktionelle Unterschiede bestehen. So wurde aus dem „Komplexen Objekt“ ein „Zusammengesetztes Objekt“ und aus der „Referenz“ die „Relation“. Die herausgehobene Sonderstellung der Namen (z. B. GN) wurde aufgegeben, sie sind nun ein Attribut der Objekte wie alle anderen Informationen.

Ein wesentlicher Unterschied in den Datenmodellen besteht in der Möglichkeit, fachliche Relationen zu anderen Objekten zu definieren. Im alten Datenmodell war diese Möglichkeit auf die sogenannte Überführungsreferenz beschränkt. Diese wurde als Relation weitgehend identisch in das neue Modell übernommen.

Im alten Datenmodell waren alle Objekte geometrietragend. Dieser Zwang wurde im AAA-Datenmodell aufgehoben. Jetzt sind auch Objekte ohne Geometrie, sogenannte **Nicht Raumbezogene Elementarobjekte** (NREO) möglich. Im Bereich des Basis-DLM wird davon nur in wenigen Ausnahmen (z. B. Lagebezeichnung, Kataloge) Gebrauch gemacht.

Aus der Sicht des ATKIS-Basis-DLM beschränken sich die Unterschiede zwischen den Datenmodellen im Wesentlichen auf den Wegfall der Objektteilebene, im Gegensatz zu den Objektartenkatalogen. Hier wurde, basierend auf dem neuen Datenmodell, eine fachliche Sicht auf die Erdoberfläche definiert, die sich in wesentlichen Punkten von der bisherigen Sichtweise unterscheidet. Die meisten der daraus resultierenden Änderungen in den ATKIS-Daten ergeben sich aus der semantischen Harmonisierung der Daten des Liegenschaftskatasters mit den Daten der Landesvermessung.

## 4 Abbildung von ATKIS im AAA-Fachschemata

In ATKIS wird die Landschaft nach topographischen Gesichtspunkten strukturiert und modelliert. Die Landschaftsobjekte werden mithilfe von Erfassungskriterien gebildet und in vereinfachter Form erfasst. Dies zeigt sich insbesondere bei den linienförmig modellierten Verkehrswegen und Gewässern. Den daraus resultierenden Maschen werden dann die überwiegend vorherrschenden Nutzungsarten zugeordnet, wobei sich die Geometrie nicht an Flurstücksgrenzen orientiert.

Im AAA-Datenmodell werden die Geoinformationen nach einheitlichen Grundsätzen modelliert. Sie können daher nach einheitlichen Grundsätzen bearbeitet werden. Die AAA-Datenbestände werden fachlichen Modellarten zugeordnet, wobei ein Objekt unterschiedliche viele Modellarten führen kann. Für die in ATKIS geführten Informationen bedeutet das, dass Daten der Modellarten „Basis-DLM“ und „DLM50“ vektorbasiert und objektstrukturiert nach gleichen Gesichtspunkten bearbeitet werden können.

Die Harmonisierung zwischen ALKIS und ATKIS führte dazu, dass im Objektartenbereich „Tatsächliche Nutzung“ nur wenige Objekte modelliert wurden. Die Differenzierung wird erst auf der Attributebene vorgenommen. Ein Beispiel dafür ist die Objektart „Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche“ (Abb. 3).

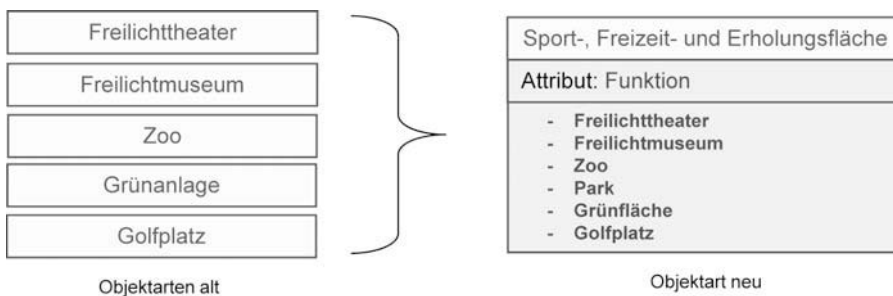


Abb. 3: Beispielhafte Zusammenfassung von Objektarten (Quelle: Eigene Erarbeitung)

Deshalb müssen die Erfassungskriterien sehr fein auf der Ebene der Wertarten beschrieben und Konsistenzbedingungen für die gegenseitigen Abhängigkeiten eingeführt werden.

Der Objektartenbereich der Tatsächlichen Nutzung ist zwischen ATKIS und ALKIS semantisch vollständig harmonisiert worden. Nicht harmonisiert sind die geometrische Identität und die Erfassungskriterien (z. B. Mindestdimensionen). Hier kommen die unterschiedlichen Sichtweisen zum Tragen.

Der Objektartenkatalog des ATKIS-Basis-DLM ist im alten Datenmodell hierarchisch aufgebaut. Eine grobe Einteilung der Landschaft wird in Objektartenbereiche, in Objektartengruppen und Objektarten vorgenommen. Die feinere Spezifizierung eines Objekts wird mithilfe von Attributen und ihren Werten vorgenommen. Die Struktur des AAA-Fachschemas orientiert sich formal am alten Objektartenkatalog von ATKIS und seiner Einteilung. Dabei wurde aber der Inhalt des Objektartenkatalogs in größerem Umfang umstrukturiert. Die Zuordnung der einzelnen Objektarten ist gegenüber der alten Ordnung durch die Harmonisierung zwischen ALKIS und ATKIS grundlegend verändert worden. Im alten Datenmodell gehörten z. B. auch Bauwerke und Anlagen zu den Grundflächen des Siedlungsbereiches. Dies ist im AAA-Fachschema konsequent getrennt worden (Abb. 4).

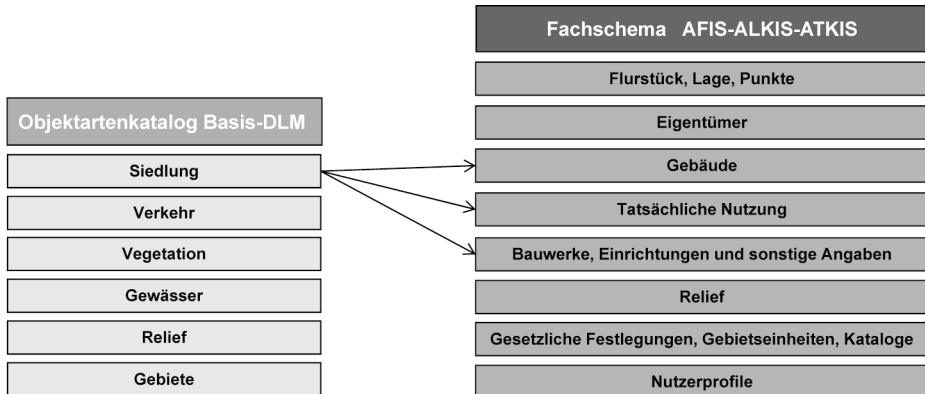


Abb. 4: Alte und neue Struktur des Objektartenkatalogs (Quelle: Eigene Erarbeitung)

Es gibt in der neuen Struktur einen eigenen Objektartenbereich der Grundflächen: die Tatsächliche Nutzung. In diesem Bereich sind alle Objektarten enthalten, mit denen die Erdoberfläche lückenlos und überschneidungsfrei abgebildet wird. Dies kann man am besten an den ehemaligen Objektartenbereichen Siedlung, Verkehr, Vegetation und Gewässer verfolgen, die jetzt unter dem Objektartenbereich „Tatsächliche Nutzung“ nur noch Objektartengruppen bilden.

## 4.1 Grunddatenbestand

Der bundesweit einheitlich zu erfassende Grunddatenbestand wurde von der AdV mit der Herausgabe der GeoInfoDok, Version 6.0 mit Stand 11.04.2008 festgelegt. Er umfasst den Inhalt der Realisierungsstufen 1 bis 3 aus dem alten Datenmodell. Dazu sind im Hinblick auf die aus dem Basis-DLM abzuleitenden Kartenwerke weitere Objektarten, Attribute und Wertarten aufgenommen worden. Gleichzeitig wurden diejenigen Sachverhalte berücksichtigt, die aus den europäischen Anforderungen im Rahmen der Projekte INSPIRE, CORINE und GMES entstanden sind.

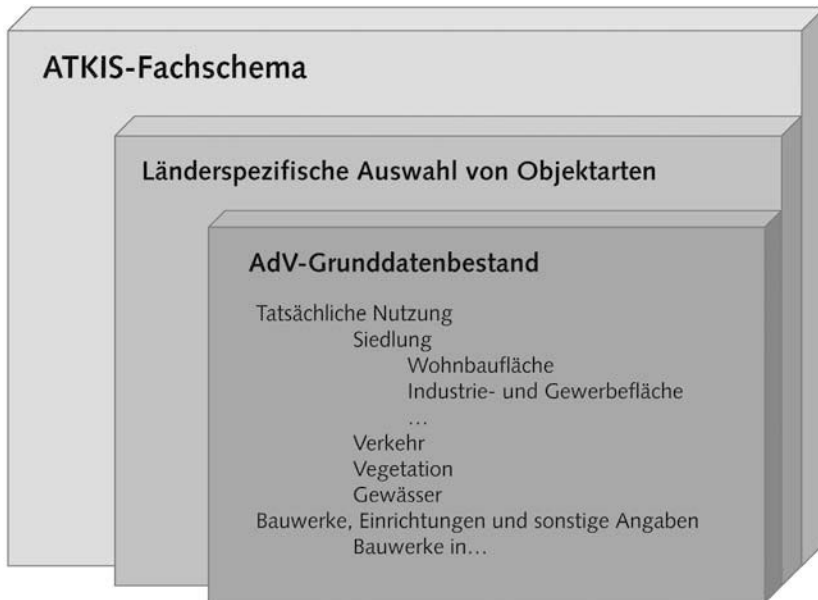


Abb. 5: Differenzierung nach Grunddatenbestand und Ländererfassung (Quelle: AdV)

Die zum AAA-Modell gehörenden Tools ermöglichen es, bundeslandspezifische Objektartenkataloge abzuleiten, die nicht nur den mit (G) gekennzeichneten bundeseinheitlich zu erfassenden Grunddatenbestand enthalten. Mithilfe eines landesspezifischen Profils werden auch diejenigen Objekte, Attribute und Wertarten definiert, die in dem jeweiligen Bundesland zusätzlich erfasst werden sollen (Abb. 5). Jedes landesspezifische Profil bildet insofern eine Teilmenge des ATKIS-Gesamtkatalogs. Diese Teilmenge umfasst in jedem Fall den bundesweit vereinbarten Grunddatenbestand.

## 4.2 Grundflächen

Aufgrund der Vielfalt der Erscheinungsformen der Landschaft ist die Erdoberfläche nicht eindeutig abzubilden.

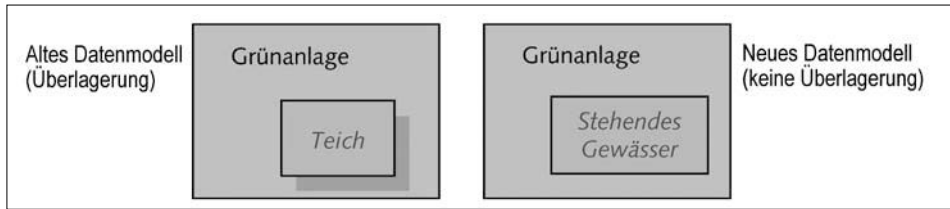


Abb. 6: Überlagerungsfreie Erdoberfläche (Quelle: Eigene Erarbeitung)

Der Grundsatz, dass sich Objekte des Objektartenbereichs „Tatsächliche Nutzung“ nicht gegenseitig überlagern dürfen, trifft dann zu, wenn die Objekte auf der Erdoberfläche liegen (Abb. 6). Das topologische Netz der Grundflächen ist mithilfe der Themendefinition des AAA-Basisschema modelliert.

### 4.3 Vertikale Beschreibung der Erdoberfläche

Befinden sich Objekte aus dem Objektartenbereich „Tatsächliche Nutzung“ über oder unter der Erdoberfläche, so dürfen sie sich nur dann überlagern, wenn ein Objekt der Objektart „Bauwerk im Verkehrsbereich“ oder „Bauwerk im Gewässerbereich“ dazwischen liegt. Die Relation „hatDirektUnten“ darf zwischen Objekten des Objektartenbereichs „Tatsächliche Nutzung“ nicht aufgebaut werden (Abb. 7).

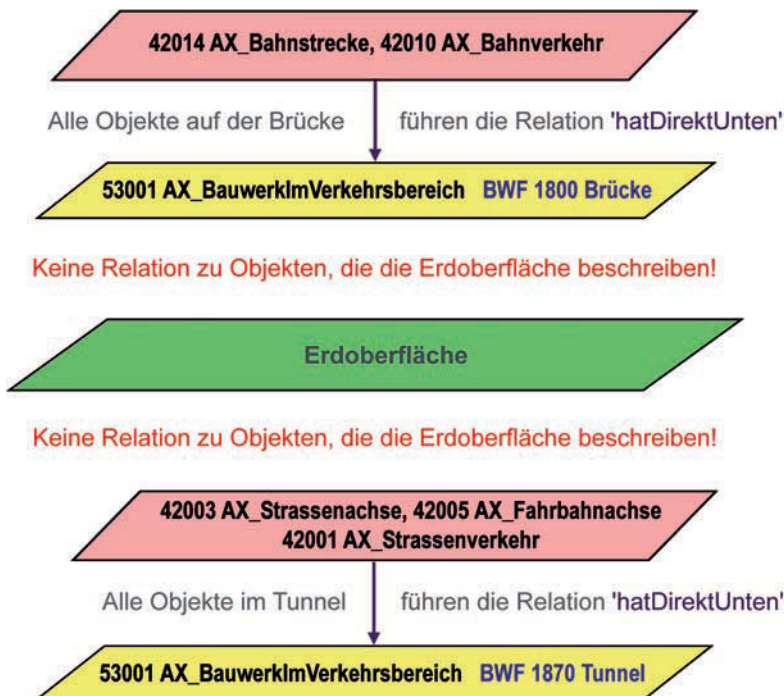


Abb. 7: Vertikale Abbildung der Landschaft im Verkehrsbereich (Quelle: AdV)

## 4.4 Kardinalität

Neu eingeführt wurde die Kardinalität. Sie gibt an, wie oft Attribute einer Attributart vorkommen können. Die untere und obere Grenze der Kardinalität ist angegeben. Liegt die untere Grenze bei 0 bedeutet dies, dass die Attributart optional ist. Als Beispiel: Manche Straßen haben einen Namen, andere nicht. Hat eine Straße keinen Namen, wird bei dem Objekt der Objektart „AX\_Strasse“ keine Attributart „Name“ geführt.

Durch die im Basis-DLM verwendeten Kardinalitäten 0:1, 1:1, 0:\* und 1:\* kann die Führung von Attributen besser als im alten Datenmodell gehandhabt werden.

## 5 Migration

Die Daten des Basis-DLM werden bundesweit nach einem einheitlichen Datenmodell und Objektartenkatalog geführt. Sie sind aber in Einzelfällen aufgrund unterschiedlicher Software, unterschiedlichem Erfassungsumfang und z. T. unterschiedlicher Strukturierungsvorgaben nicht vollständig identisch. Daraus folgt, dass jedes Bundesland ein eigenes Migrationkonzept auf Basis der von der AdV zur Verfügung gestellten grundlegenden Migrationsregeln erstellen muss.

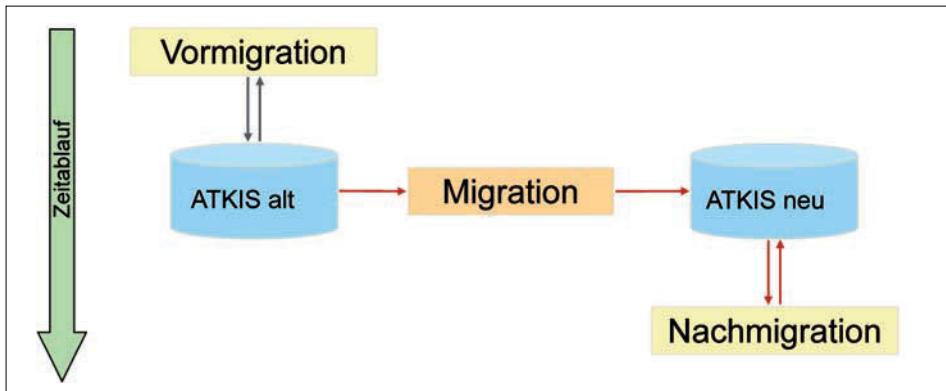


Abb. 8: Migrationsablauf vom alten zum neuen Datenmodell (Quelle: AdV)

Dabei kann festgestellt werden, welche Arbeiten noch im alten Datenmodell getan werden können, um eine bessere automatische Migration zu erlauben (Vormigration), welche Umsetzungsschritte das automatische Migrationstool erledigen kann (Migration) und welche Schritte einer interaktiven Nachbearbeitung im neuen Datenmodell vorbehalten werden müssen, da sie nicht automatisch erledigt werden können (Nachmigration) (Abb. 8).

Bei der Nachmigration müssen z. B. die Grünlandflächen überprüft werden, ob diese wirklich landwirtschaftlich genutzt werden oder ob es sich um Rasenflächen im Sied-



lungsraum handelt. Gartenland ist daraufhin zu überprüfen, ob es sich um gewerblichen Gartenanbau oder um Kleingärten handelt. Änderungen können hierbei nur interaktiv durchgeführt werden.

Für den Erfolg der automatischen Migration ist die Vollständigkeit und Fehlerfreiheit des Migrationskonzepts und dessen Umsetzung in Software von zentraler Bedeutung. Die Ergebnisse von Testdurchläufen müssen intensiv geprüft werden. Dies kann neben stichprobenartiger Prüfung nur durch Einsatz von Prüfprogrammen sichergestellt werden.

Neben der Umstellung auf das neue Datenmodell wird gleichzeitig auch das Koordinatenreferenzsystem ETRS89/UTM entsprechend dem AdV-Beschluss eingeführt. Die Transformation erfolgt innerhalb des Migrationstools auf der Grundlage des deutschlandweit für ATKIS vereinbarten Vorgehens (Beta2007).

Im Gegensatz zu ALKIS ist für ATKIS eine Rückmigration nicht vorgesehen und auch modelltechnisch nicht möglich. Dies hat zur Konsequenz, dass es bundesweit während der Migrationsphase keinen einheitlichen, aktuellen Datenbestand für ATKIS gibt. Es ist deshalb um so wichtiger, dass diese Phase möglichst kurz gehalten wird.

## 6 Fazit

Zwei Jahre nach der Einführung des AAA-Modells in einigen Bundesländern kann man aus den gewonnenen Erfahrungen folgende Vorteile aufzählen: Die Normenkonformität des Datenmodells ist gewährleistet. Für die Daten des Katasters und der Landesvermessung wird nur noch ein Datenmodell angewandt. Dabei sind für ATKIS die Unterschiede zwischen altem und neuem Datenmodell gering. Die Grundflächen sind eindeutig und überschneidungsfrei festgelegt. Die semantische Harmonisierung zwischen Kataster und Topographie führt bei der Erfassung und Fortführung zu Synergieeffekten.

Als nicht so positive Erfahrungen kann man festhalten, dass das Datenmodell zu komplex für GIS-Standardsoftware ist. Der Umstellungsaufwand ist wegen der geänderten fachlichen Sichtweise sehr groß. Die Anforderungen an die Erfassungskräfte sind gestiegen. Der Zusammenhang komplexer Flächen (z. B. Erholungsflächen) ist schwierig herzustellen. Die Systematik der „Tatsächlichen Nutzung“ ist nicht kompatibel zu den international gebräuchlichen Systematiken wie Land Use und Land Cover.

Aus Nutzersicht überwiegen aber eindeutig die Vorteile!!!

## 7 Literatur

AdV (2008): Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok). Version 6.0/6.0.1 (Stand 01.07.2008/ 31.05.2009); Onlinedokumente: [http://www.adv-online.de/Veröffentlichungen/AFIS-ALKIS-ATKIS-Projekt/Aktuelle\\_Dokumente\\_der\\_GeoInfoDok](http://www.adv-online.de/Veröffentlichungen/AFIS-ALKIS-ATKIS-Projekt/Aktuelle_Dokumente_der_GeoInfoDok) (Zugriff: 02.05.2011).



# Das neue Geobasisprodukt 3D-Gebäudestrukturen

*Stephan Heitmann*

## 1 Einleitung

Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen Deutschlands (AdV) hat beschlossen, ab 2013 ein dreidimensionales Gebäudemodell als bundesweites, einheitliches Geobasisprodukt anzubieten. Dabei wird jedes Gebäude durch ein Klötzchen repräsentiert werden (sog. Level of Detail 1 – LoD1). Zurzeit werden dafür die technischen Grundlagen gelegt, indem der kommende, bislang rein zweidimensional modellierte Standard für das Liegenschaftskataster – ALKIS – um entsprechende 3D-Komponenten erweitert wird. Gleichzeitig werden die Voraussetzungen geschaffen, um in einer folgenden Entwicklungsstufe des Modells auch einfache Dachgeometrien ablegen zu können (sog. LoD2).

## 2 Die 3D-Gebäudestrukturen in Nordrhein-Westfalen

### 2.1 Wozu 3D-Gebäudestrukturen?

Von den Bundesländern konnte sich neben den Stadtstaaten Berlin und Hamburg bislang insbesondere Nordrhein-Westfalen mit einem vollständigen 3D-Gebäudemodell positionieren. Seit 2007 produziert die Landesvermessung NRW (Bezirksregierung Köln/Abt. Geobasis NRW) ein landesweites Gebäudemodell im LoD1 – die 3D-Gebäudestrukturen (3D-GS). Anlass dazu war die Umgebungslärmrichtlinie der Europäischen Union, aufgrund derer die Mitgliedsstaaten verpflichtet wurden, den sogenannten Umgebungslärm zu erfassen und die Ergebnisse kartographisch darzustellen. Die 3D-Gebäude werden in diesem Zusammenhang als Eingangsdaten für die jeweilige Berechnungssoftware verwendet, mit der die Lärmausbreitung im dreidimensionalen Raum simuliert wird. Neben dieser Fachaufgabe der Umweltverwaltung eignen sich die 3D-Gebäudestrukturen für Visualisierungen aller Art. Auch die Ableitung von Kennzahlen zur Siedlungsentwicklung aus den 3D-Daten ist vorstellbar (Meinel 2011).

### 2.2 Produktion

Nordrhein-Westfalen verfügt über etwa 8 Millionen Gebäude. Angesichts dieser Größenordnung kann nur ein vollautomatisches Verfahren zur Ableitung der 3D-Information zum Zuge kommen. Die Prozessierung erfolgt einmal jährlich als komplette Neuberechnung in einer selbst entwickelten Produktionsumgebung, indem ausschließlich

auf ohnehin vorhandene Datensätze zurückgegriffen wird. Eigene Datenerfassungen speziell für das 3D-Gebäudemodell finden nicht statt.

Jeder im Liegenschaftskataster vorhandene Gebäudegrundriss wird zur Bestimmung der Bodenhöhe mit dem Digitalen Geländemodell (DGM) und zur Bestimmung der Dachhöhe mit dem Digitalen Oberflächenmodell (DOM) verschnitten. Während das DGM flächendeckend vorliegt, dabei allerdings in Teilbereichen bis heute auf photogrammetrischen Auswertungen oder Höhenliniendigitalisierungen beruht, wird das DOM ausschließlich aus Daten des flugzeuggestützten Laserscannings abgeleitet und liegt auch nur dort vor, wo bereits eine Laserscanningbefliegung stattgefunden hat. Stehen Laserscanningdaten demzufolge (noch) nicht zur Verfügung, wird die Gebäudehöhe in zweiter Priorität aus der Stockwerksanzahl der ALK, multipliziert mit einem Standardwert von 3,2 m gewonnen. Liegt auch keine Stockwerksanzahl vor, wird die Höhe eines Hauptgebäudes per Definition auf 9 m, die eines Nebengebäudes auf 3 m gesetzt. Ergänzt um Adressdaten und versehen mit der Gebäudenutzung aus dem Liegenschaftskataster werden die Gebäudeobjekte schließlich im Format CityGML oder alternativ in Shape-Dateien zur Verfügung gestellt.

Da es sich bei den 3D-Gebäudestrukturen um amtliche Geobasisdaten handelt, ist ein Qualitätssicherungskonzept unumgänglich. Es werden demnach Qualitätskriterien benötigt, deren Einhaltung überprüft werden kann. Diskutiert wurde insbesondere, inwieweit es möglich ist, Qualitätsangaben zur Gebäudehöhe zu machen: Wie beschreibt man die Güte, mit der das Flachdach eines Gebäudeklötzchens zum Beispiel ein Satteldach repräsentiert? Letztlich wurden folgende drei Kriterien festgelegt:

- Die Gebäude sind gemessen an der ALK vollzählig und lagerichtig.
- Die Prioritäten der Dachhöhenbestimmung sind korrekt angewendet.
- In der gemeinsamen Visualisierung von 3D-GS, DGM und Orthophoto entsteht ein plausibler Gesamteindruck.

Zur Unterstützung der Qualitätssicherung wird während der Prozessierung der Klötzchen eine Datenbank mit statistischen Kennzahlen gefüllt. Diese beinhaltet beispielsweise die Information, wie viele Gebäudegrundrisse aus der ALK entnommen worden und wie viele 3D-Gebäude daraus entstanden sind. (Die beiden Zahlen sind nicht in Strenge identisch, da unter anderem unterirdische Gebäude herausgefiltert werden.) Eine weitere für die Qualitätssicherung wichtige Angabe ist der Prozentsatz der Gebäude, die eine Höhe aus Laserscanningdaten erhalten haben. Dieser Wert muss in einem Bereich, wo Laserscanning verfügbar ist, nahe bei 100 % liegen. Ansonsten liegt der Verdacht nahe, dass keine korrekte Höhenermittlung durchgeführt wurde, zum Beispiel weil die entsprechende Laserscanningdatei nicht eingelesen werden konnte.

Legt man die Tatsache zugrunde, dass ein Qualitätsmaß auch messbar sein sollte, muss das dritte Kriterium überraschen. An die Stelle einer objektiven Messgröße wird hier offensichtlich die letztlich subjektive Einschätzung eines Bearbeiters bei einer Sichtkontrolle gesetzt. Gerade dieses „weiche“ Kriterium hat sich jedoch in der Ableitung des 3D-Modells als außerordentlich wertvoll erwiesen, um grobe Fehler in den Daten und im Algorithmus aufzudecken.



Abb. 1: Fehlerhaftes Geländemodell (Quelle: Bezirksregierung Köln)

So zeigt Abbildung 1 die Auswirkungen eines fehlerhaften Geländemodells. Eine Recherche nach der Fehlerursache ergab schließlich, dass das Digitale Geländemodell in diesem Gebiet noch aus Höhenlinien abgeleitet worden war. Höhenlinien wurden aber bei Strukturen wie dem hier gezeigten Autobahnkreuz nicht ermittelt, so dass das DGM eine Lücke aufwies. Behoben wurde der Fehler, indem die Lücke mit künstlichen, an den Randhöhen orientierten Werten gefüllt wurde.

Ein weiteres Beispiel zeigt Abbildung 2. Die hier erkennbaren Hochhäuser sind das Resultat grob fehlerhafter Laserscanningdaten, die vermutlich aufgrund der Wolke eines Kraftwerk Kühlturms entstanden waren. Höhen solcher Gebäude werden auf den Standardwert von 9 m gesetzt.



Abb. 2: Fehlerhafte Laserscanningdaten (Quelle: Bezirksregierung Köln)

Bei den in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Sachverhalten wurde zur Fehlerkorrektur jeweils manuell in den Daten editiert. Die Ergebnisse werden dadurch nicht im eigentlichen Sinn „richtig“, sie erfüllen jedoch danach das Qualitätskriterium des plausiblen Gesamteindrucks. Das händische Setzen von Werten muss dabei stets in Relation zu der Tatsache gesehen werden, dass zugunsten der Flächendeckung des Modells eine lediglich grobe Annäherung an die Realität zu akzeptieren ist (Klötzchen, Standardhöhen).

Eine moderne, objektorientierte Sicht auf die Daten erfordert es, dass zu jedem Gebäude eine ID vergeben wird, die erstens weltweit eindeutig ist und zweitens während der Lebensdauer des Objekts (in der Realwelt) unverändert bleibt. Da die ALK einen solchen Identifier nicht liefern kann, wurden stattdessen mithilfe eines Zufallsgenerators sogenannte Universally Unique Identifier (UUID) generiert und jeweils einem Gebäudeobjekt zugeordnet. Problematisch wird dies bei der jährlichen Neuberechnung des Modells, da dann aufgrund des Zufallsgenerators wieder neue UUIDs erzeugt werden, obwohl die einmal vergebene ID eigentlich fortgeführt werden müsste, solange das Gebäude nicht untergeht. Mit der Umweltverwaltung als erstem Kunden für das 3D-Gebäudemodell wurde daher vereinbart, dass jeweils neu berechnete Modell mit dem Vorgängerdatensatz geometrisch zu vergleichen. Besteht zwischen den beiden korrespondierenden ALK-Gebäudegrundrissen eine Überdeckung von mindestens 80 % wird angenommen, dass die beiden Umringe für dasselbe Gebäude stehen. In diesem Fall wird die UUID des Gebäudes im Altdatensatz in das Gebäude des neuen Datensatzes übertragen.

## 2.3 Ausblick

Bundesweit hat das Thema 3D-Gebäudemodelle in den Vermessungsverwaltungen an Bedeutung gewonnen, einerseits, weil die Darstellung der dritten Dimension zunehmend zu den Kernaufgaben des amtlichen Vermessungswesens gezählt wird, andererseits, weil zunehmend Laserscanningdaten zur Gewinnung der benötigten Höheninformationen zur Verfügung stehen und damit die Ableitung flächendeckender Datensätze – wie von NRW praktiziert – vorstellbar erscheint.

Die AdV hat daher auf ihrer Plenumstagung 2009 einen grundlegenden Beschluss zur Einführung von 3D-Gebäudemodellen in das Produktportfolio des amtlichen Vermessungswesens gefasst. Demnach sollen in einer ersten Stufe bis 2013 flächendeckend 3D-Gebäude im LoD1 angeboten werden. Erklärtes Ziel, bislang ohne zeitliche Terminierung, ist darüber hinaus die Bereitstellung eines bundesweit flächendeckenden Modells im LoD2. Hier bestehen jedoch noch Unwägbarkeiten, ob eine solche Aufgabe zufriedenstellend von Algorithmen gelöst werden kann.

Der Beschluss der AdV wird aktuell flankiert durch die Aufweitung des bisher lediglich zweidimensional modellierten Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems ALKIS. Für dieses werden zurzeit dreidimensionale Objektklassen definiert, so dass künftig auch 3D-Informationen im Liegenschaftskataster geführt werden können.

Die Perspektive, 3D-Informationen direkt im Liegenschaftskataster ablegen zu können, eröffnet unmittelbar neue Fortführungsstrategien. So wird in NRW aktuell überlegt, die Erfassung der Höheninformation an die amtliche Gebäudeeinmessung zu koppeln. Zumindest für ein LoD1-Gebäude erscheint dies ohne wesentlichen Mehraufwand möglich.

## 3 Fazit

Als automatisch abgeleitetes Produkt kann das 3D-Gebäudemodell in NRW nur so gut sein wie seine Ausgangsdaten. Trotz der damit verbundenen Einschränkungen darf festgehalten werden, dass die 1. Stufe der Umgebungslärmkartierung in NRW mit diesen Daten erfolgreich bearbeitet werden konnte. Ein erster großer Qualitätssprung ist zu erwarten, wenn 2012 in Nordrhein-Westfalen ALKIS als neuer Standard für das Liegenschaftskataster flächendeckend vorliegt. ALKIS kennt eindeutige Objekt-IDs, so dass unzweifelhaft erkennbar sein wird, welche Gebäude untergegangen bzw. neu errichtet worden sind. Ein zweiter Schub wird sich ergeben, wenn ALKIS künftig 3D-fähig sein wird. Durch die Integration der 3D-Information in das Liegenschaftskataster werden neue, objektscharfe Fortführungsstrategien denkbar, die auf der amtlichen Gebäudeeinmessung basieren könnten.

## 4 Literatur

- Heitmann, S. (2007): Digitales Geländemodell mit Gebäudestrukturen. In: Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungswesen Nordrhein-Westfalen, 1/2007, S. 65-71. Onlinedokument: [http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/presse/druckschriften/noev\\_archiv/noev\\_2007\\_1.pdf](http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/presse/druckschriften/noev_archiv/noev_2007_1.pdf) (Zugriff: 17.08.2011).
- Lämmel-Klevenhaus, M. (2010): Produktion und Fortführung der topographischen 3D-Gebäudestrukturen NRW. In: Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungswesen Nordrhein-Westfalen, 2/2010, S. 35-43. Onlinedokument: [http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/presse/druckschriften/noev/noev\\_2010\\_2.pdf](http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/presse/druckschriften/noev/noev_2010_2.pdf) (Zugriff: 17.08.2011).
- Meinel, G. (2011): Bilanzierung der Siedlungsentwicklung auf Grundlage amtlicher Geobasisdaten am Beispiel des Regierungsbezirks Düsseldorf mit SEMENTA®-CHANGE. (Vortrag am 03.02.2011).
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Informationen zum Thema Umgebungslärmkartierung. Website: <http://www.umgebungslaerm.nrw.de> (Zugriff: 17.08.2011).



# Informationsdienst „GeoDaten Dresden“ – informatorisches Instrument zum Flächensparen?

*Marcus Dora*

## Zusammenfassung

Ein Fazit des 2. Dresdner Flächennutzungssymposiums im Jahr 2010 war, dass es bereits eine große Menge an PlanungsInformationen gibt, diese aber häufig nicht in qualifizierter Weise den Entscheidungsträgern in der Siedlungspolitik zur Verfügung stehen. Die Landeshauptstadt Dresden bietet seit 2006 mit dem Informationsdienst „GeoDaten Dresden“ ein Werkzeug an, das dazu dient, Geo- und Sachdaten als Träger von Informationen mit möglichst einfachen Mitteln innerhalb der Stadtverwaltung verfügbar zu machen. Intensiver Nutzer des Informationsdienstes ist das Dresdner Stadtplanungsamt. An einigen konkreten Beispielen aus der Stadtplanung soll gezeigt werden, wie die aufgezeigten Probleme in Dresden überwunden wurden und somit siedlungspolitische Aufgaben effektiver wahrgenommen werden können.

## 1 Einführung

Der Auftaktvortrag des 2. Dresdner Flächennutzungssymposium (Siedentop 2010) brachte die Problematik auf den Punkt. „Trotz Informationsflut herrscht [...] oft Informationsarmut [...]“ (Huber 1992). Mit der Präsentation dieses Zitats von Heinrich Huber wird sehr schnell klar, dass es neben der Informationserhebung auch immer wichtiger wird, effektive Strategien der Informationsbereitstellung zu verfolgen. Neben der Informationserhebung, muss es jetzt auch darum gehen, die gewonnenen Informationen so einfach und präzise wie möglich den Entscheidungsträgern in die Hand zu legen. Konkret aus der Sicht des Stadtplanungsamtes, als siedlungspolitisches Organ der Dresdner Stadtverwaltung, müssen Geo- und Sachdaten – als Träger von Informationen – mit möglichst einfachen Mitteln bereitgestellt werden. Außerdem muss es möglich sein, diese verschiedensten Daten auf allen Planungsebenen zu verknüpfen. Nur so kann eine flächensparende Siedlungspolitik in Dresden gelingen.

Die Landeshauptstadt Dresden zeigt hierfür mit dem Informationsdienst „GeoDaten Dresden“ einen möglichen Weg auf. Hierbei handelt es sich um ein Web-GIS mit geschlossenem Datentopf, in dem eine Vielzahl von Geo- und Sachdaten erfasst, geordnet, aufbereitet und abgerufen werden können. Dies stellt einen wichtigen Teil der Geodateninfrastruktur innerhalb der Stadtverwaltung Dresden dar. Mit dem Informationsdienst ist es gelungen, Geo- und Sachdaten als Grundlage für Entscheidungen einer großen Anzahl unterschiedlichster Nutzer in optimaler Form zugänglich zu machen. Das Städti-

sche Vermessungsamt Dresden sieht sich hierbei als Dienstleister, der die Infrastruktur am Laufen hält, den Datenzugriff regelt, die Geobasisdaten bereitstellt und Schulungen durchführt. Alle Fachdaten können somit dezentral in den jeweiligen Fachämtern weiterhin gepflegt werden, stehen aber zeitgleich allen Nutzern des Informationsdienstes zur Verfügung.

## 2 Web-GIS: Informationsdienst „GeoDaten Dresden“

Der Informationsdienst „GeoDaten Dresden“ ist ein webbasiertes Geo-Informationssystem zur Darstellung und Bearbeitung von Geo- und Sachdaten auf Basis der von der IDU mbH entwickelten Software „cardo“. Mit dieser Oberfläche (s. Abb. 1), die über den Internet Explorer (ab Version 6.0) gestartet wird, ist ein einfacher Umgang mit räumlichen Daten sowohl für den GIS-Laien als auch für den GIS-Experten möglich. Für spezielle Anwendungsfälle wurde die Basissoftware durch weitere Fachapplikationen erweitert.

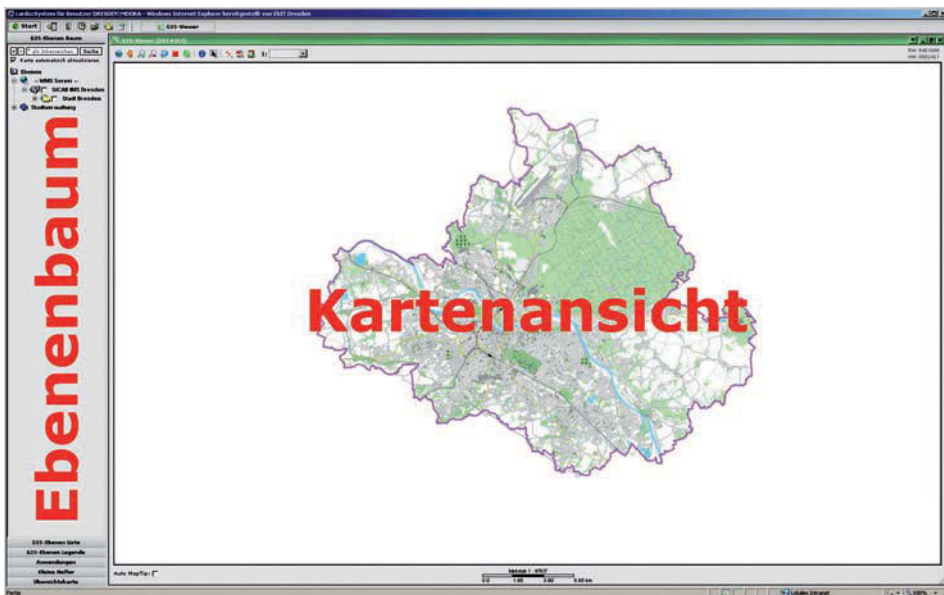


Abb. 1: Ansicht der Oberfläche des Informationsdienstes „GeoDaten Dresden“ mit offener Fachapplikation „Aufruf Planauskunft“ (Quelle: Eigene Darstellung)

Die Kernkomponente von „cardo“ ist der sogenannte „IWAN MapServer“. Dieser kostenfreie MapServer ermöglicht den Zugriff auf die Geodateninfrastruktur der Stadtverwaltung Dresden. Eine genauere Beschreibung dieser Software ist im Internet zu finden (IDU mbH 2011).

## 3 Anwendungsbeispiele des Dresdner Stadtplanungsamtes

### 3.1 Überlagerung aktueller Datenbestände

Eine zunächst trivial erscheinende Aufgabe wird zu einer Herausforderung, wenn es darum geht, aktuelle Datenbestände aus verschiedensten Fachämtern innerhalb einer großen Organisationseinheit wie der Stadtverwaltung Dresden nutzen zu wollen. Jedes GIS-Handbuch verweist darauf, dass vor allem durch Überlagerung von verschiedensten Daten neue Informationen gewonnen werden können (z. B. Bill, Zehner 2000). Innerhalb des Informationsdienstes steht jedem Nutzer ein sogenannter Ebenenbaum zur Verfügung. Hier werden alle vorhandenen Datenbestände als Ebenen, gruppiert nach Fachämtern und in Windows-Explorer-Manier angezeigt. Durch die Nutzerberechtigung sieht jeder Nutzer nur „seinen“ Teil des gesamten Ebenenbaumes der Stadtverwaltung Dresden.

Aufgrund der Tatsache, dass fast alle Fachämter ihre räumlichen Datenbestände im Informationsdienst „GeoDaten Dresden“ bereitstellen, können die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Stadtplanungsamtes verschiedenste Datengrundlagen zur Siedlungsplanung mit heranziehen. Als ein konkretes Beispiel sei hier die Überlagerung von Bebauungsplan-Umringen und Brachflächen des Stadtplanungsamtes mit rechtswirksamen Überschwemmungsgebieten des Umweltamtes und aktuellen Orthobildern sowie Flurstücken des Städtischen Vermessungsamtes genannt.

### 3.2 Datensuche über Metadaten

Im zentralen Datentopf der Stadtverwaltung Dresden befinden sich inzwischen ca. 3 400 Datensätze, die über den Informationsdienst „GeoDaten Dresden“ abgerufen werden können, sofern dafür eine Berechtigung vorliegt. Über diese Datenmenge den Überblick zu behalten, ist eine schwierige Aufgabe. Wie bereits erwähnt, muss es gelingen, den Entscheidungsträgern – in diesem Fall dem Nutzer des Informationsdienstes – die Daten strukturiert zugänglich zu machen.

Dabei helfen die Beschreibungen über die Daten selbst – die Metadaten. Es existieren zu jedem Datenbestand im zentralen Datentopf Metadaten. Diese Beschreibungen sind an die Vorgaben der Europäischen Richtlinie INSPIRE (INSPIRE 2011) angelehnt und enthalten z. B. eine inhaltliche Beschreibung, den Datenverantwortlichen, die Verfügbarkeit, die Aktualität sowie technische Angaben über den räumlichen Bezug oder das Datenformat. Mithilfe einer integrierten Recherche-Anwendung, die auf diese Beschreibungen zugreift, kann nach allen Daten gesucht werden. Sind zu einem Suchbegriff Datensätze gefunden, werden in einem Formular unter anderem die Beschreibung, Verfügbarkeit und Kontaktinformationen des jeweiligen Suchtreffers angezeigt. Hat der

Nutzer keine Berechtigung zur Anzeige der Ebene im Ebenenbaum, kann er sich über den Datenverantwortlichen des jeweiligen Fachamtes den Datensatz unter gewissen Voraussetzungen freischalten lassen.

### 3.3 Fachapplikation „Gebietsverwaltung“

Aufgrund der Tatsache, dass Gebietstypen, wie z. B. Sanierungsgebiete, Erhaltungs- und Gestaltungssatzungen sowie Bebauungspläne flurstücksbezogen abgegrenzt werden, sich aber die Flurstücksgrenzen häufig ändern, wurde diese Fachapplikation bei der IDU mbH in Auftrag gegeben. Ziel ist es, durch einen weitestgehend automatischen Prozess einmal erstellte Gebietstypen an die aktuelle Flurstückssituation anzupassen (s. Abb. 2). Damit bleiben erstellte Gebietskulissen immer aktuell und können für weitere Auswertungen verwendet werden.



Abb. 2: Automatischer Abgleich der Gebietstypen 1 u. 2 mit zugrunde liegender Flurstücksgometrie (Quelle: Eigene Darstellung)

### 3.4 Fachapplikation „Aufruf Planauskunft“

Bauleitpläne sind Grundlage vieler Auskünfte des Stadtplanungsamtes. Im Informationsdienst sind nur die Umringe der verschiedensten Bauleitpläne als Ebene verfügbar. Eine vollständige Erfassung aller Planinhalte jedes einzelnen Planes als Vektordatenbestand wird es für ältere Pläne nicht geben. Es handelt sich dabei um ca. 300 Einzelpläne, verteilt über das gesamte Stadtgebiet.

Um den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Stadtplanungsamtes Zeit beim Auswerten von Plänen zu ersparen, wurde vom Städtischen Vermessungsamt die Fachapplikation „Aufruf Planauskunft“ erstellt. Das Ergebnis ist, dass bei Selektion eines Plan-Umringes gleich der dazugehörige Detailplan inkl. Legende als pdf-Dokument oder Rasterbild (jpg-Datei) über einen Link geöffnet werden kann.

### 3.5 Fachapplikation „Brachen und Baulücken“

Brachen und Baulücken sind ein zentrales Thema innerhalb des Stadtplanungsamtes. In Dresden gibt es immer noch viele ungenutzte Baulücken. Ziel muss es sein, dass Investoren innerstädtisch und damit flächensparend bauen wollen. Um auch hier die Auskunft und Präsentation zu erleichtern, steht eine entsprechende Fachapplikation bereit. Über die Selektion einer Brachfläche innerhalb der Ebene „Brachen und Baulücken“ gelangt der Nutzer zu einer Formularmaske, in der alle notwendigen Informationen auf übersichtlicher Art und Weise präsentiert werden. Zusätzlich, falls vorhanden, findet er dort auch Bilder, die die Vorortsituation anschaulich dokumentieren (s. Abb. 3).

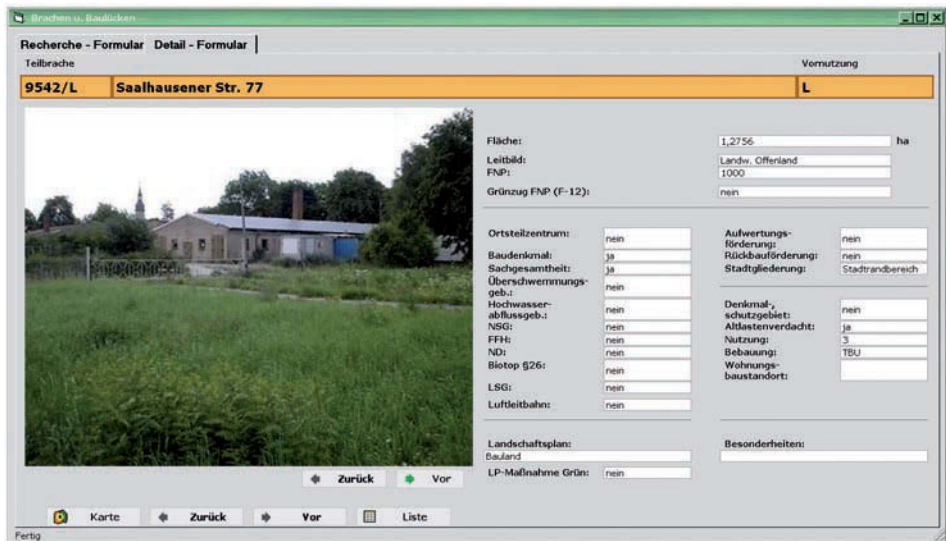


Abb. 3: Fachapplikation „Brachen und Baulücken“ (Quelle: Eigene Darstellung)

### 3.6 Fachapplikation „ZAVS“

Die zentrale Antrags- und Vorprüfstelle (ZAVS) ist ein gelungenes Beispiel ämterübergreifender Zusammenarbeit. Bei der ZAVS werden Bauanträge aller Art angenommen und vorgeprüft. Dabei müssen alle beteiligten Ämter einbezogen werden, um frühzeitig bestehende Konflikte zu erkennen. Am Ende muss es eine einheitliche und rechtssichere Auskunft für Bauherren geben. Mit der Fachapplikation „ZAVS“ werden alle baurechtlich relevanten Ebenen des zu bebauenden Flurstücks automatisch abgeprüft und ein Bericht ausgegeben. Darin sind alle grundstücksspezifischen Anforderungen des jeweiligen Flurstücks aufgelistet. Baurechtlich relevante Ebenen sind z. B. Flächennutzungsplan sowie Städtebauliche Entwicklungsmaßnahmen des Stadtplanungsamtes, Naturschutzgebiete sowie Altlasten des Umweltamtes, Waldflächen der Unteren Forstbehörde und

Denkmalschutzgebiete des Kultur- und Denkmalschutzamtes. So können bei der automatischen Vorprüfung schon Belange des Stadtplanungsamtes berücksichtigt werden.

## 4 Fazit

In dem Beitrag wurde ein Weg aufgezeigt, wie Informationen den Entscheidungsträgern des Dresdner Stadtplanungsamtes in geeigneter Weise zur Verfügung gestellt werden können. Der Informationsdienst „GeoDaten Dresden“ ermöglicht auch dem GIS-Laien eine einfache Arbeit mit Geo- und Sachdaten. Es können verschiedenste Daten aus den einzelnen Bereichen der Stadtverwaltung abgerufen werden. Durch neue Kombinationen dieser Thematiken können immer wieder neue Informationen gewonnen werden. Anhand einiger Fachapplikationen wird deutlich, wie die Arbeit erleichtert und effektiver gestaltet werden kann. In der jetzigen Form ist der Informationsdienst ein Hilfsmittel, um das Ziel des innerstädtischen und damit flächensparenden Bauens zu befördern.

## 5 Literatur

- Bill, R.; Zehner, M. L. (2000): Lexikon der Geoinformatik. Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag.
- Huber, H. (1992): Wettbewerbsorientierte Planung des Informationssystem (IS)-Einsatzes: theoretische und konzeptionelle Grundlagen zur Entwicklung eines integrierten Planungsmodells. Frankfurt a. M.: Verlag Peter Lang.
- IDU mbH (2011): ITN – Dokumentation für cardo. Onlinedokument: <http://www.cardogis.com/itn> (Zugriff: 02.09.2011).
- INSPIRE (2011): INSPIRE – Infrastructure for Spatial Information in the European Community. Onlinedokument: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm> (Zugriff: 02.09.2011).
- Siedentop, S. (2010): Helfen informatorische Instrumente beim Flächensparen? Anforderungen an ein Informationsmanagement zur Unterstützung einer flächensparsamen Entwicklung. In: Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Berlin: Rhombos, (IÖR-Schriften 52), S. 3-17.

## **Indikatoren und Monitoring des Freiraums**





# Indikatoren und Monitoring der biologischen Vielfalt in Deutschland

*Werner Ackermann, Rainer Dröschmeister, Ulrich Sukopp*

## Zusammenfassung

Im November 2007 hat die Bundesregierung die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt verabschiedet, die von allen Ressorts mitgetragen wird. Sie umfasst eine Vielzahl von Zielen und Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt. Um die Umsetzung der Maßnahmen und die Erreichung der Ziele beurteilen zu können, wird regelmäßig eine Kontrolle mithilfe von Indikatoren durchgeführt. Sie sollen komplexe Sachverhalte anschaulich zusammenfassen, übergreifende Entwicklungen und langfristige Trends aufzeigen und dienen der Politikberatung und Information der interessierten Öffentlichkeit. Im ersten Indikatorenbericht 2010 sind 19 Indikatoren zu den fünf Themenfeldern „Komponenten der biologischen Vielfalt“, „Siedlung und Verkehr“, „Wirtschaftliche Nutzungen“, „Klimawandel“ und „Gesellschaftliches Bewusstsein“ enthalten.

Datengrundlage der Indikatoren sind Monitoringprogramme – wiederholte Erfassungen mithilfe standardisierter, wissenschaftlich fundierter Methoden, die sich an Zielsetzungen des Naturschutzes orientieren. Zu den wichtigsten bundesweiten Monitoringprogrammen für den Naturschutz gehören das Vogelmonitoring und das FFH-Monitoring. Ein Monitoring landwirtschaftlicher Flächen mit hohem Naturwert (HNV, High Nature Value Farmland) erfolgt im Rahmen der ELER-Verordnung (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums). Die Stichprobenerfassung der Bundeswaldinventur (BWI) liefert Informationen zur Entwicklung des Waldes in Deutschland. Ein Monitoring des ökologischen Zustands der Gewässer erfolgt nach Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Weitere Monitoringprogramme des Naturschutzes gibt es in den einzelnen Bundesländern, darunter z. B. in Nordrhein-Westfalen die Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS). Das Naturschutz-Monitoring in Deutschland weist derzeit noch Fehlstellen und Defizite auf. Daher werden einige Vorschläge für die Weiterentwicklung des bundesweiten Monitorings genannt.

## 1 Einführung

Mit der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (auch Nationale Biodiversitätsstrategie bzw. NBS, BMU 2007) erfüllt Deutschland Artikel 6 des internationalen Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD, Convention on Biological Diversity). Dieser besagt u. a., dass „nationale Strategien, Pläne oder Programme zur Erhaltung und nach-

haltigen Nutzung der biologischen Vielfalt“ zu erstellen sind. Die Strategie ist langfristig angelegt und enthält rund 330 z. T. sehr konkrete Qualitäts- und Handlungsziele sowie rund 430 Maßnahmen in 16 verschiedenen Aktionsfeldern.

Zur Verwirklichung der Ziele und Maßnahmen der NBS müssen staatliche und nicht-staatliche Akteure beteiligt werden. Dementsprechend liegt ein Schwerpunkt der Umsetzung der NBS in der Kommunikation zwischen den Beteiligten. So fanden bislang vier nationale und sieben regionale Foren statt, bei denen Schwerpunktthemen der Strategie diskutiert wurden. Außerdem gab es über 20 Dialogforen mit spezifischen Akteuren aus verschiedenen Bereichen des Naturschutzes, der nachhaltigen Naturnutzung, von Wissenschaft und Forschung sowie zum Thema des gesellschaftlichen Bewusstseins für biologische Vielfalt. Im Dezember 2010 fand das erste regelmäßige Länderforum mit Vertreter/innen aus den Bundesländern statt, in deren Zuständigkeitsbereich die konkrete Umsetzung zahlreicher Maßnahmen fällt. Diese Länderforen dienen dem gegenseitigen Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen Bund und Ländern.

Im Februar 2011 trat zudem das Bundesprogramm „Biologische Vielfalt“ in Kraft. Damit können Maßnahmen finanziell gefördert werden, die dazu beitragen sollen, den Rückgang der biologischen Vielfalt in Deutschland zu bremsen ([www.biologischerdiversitaet.de/bundesprogramm.html](http://www.biologischerdiversitaet.de/bundesprogramm.html)). Förderschwerpunkte sind z. B. Maßnahmen für Arten, für deren Erhaltung Deutschland eine besondere Verantwortung trägt und für Schutz und Erhaltung von Hotspots der biologischen Vielfalt in Deutschland.

Erst mittel- bis langfristig wird man feststellen können, welche Fortschritte im Hinblick auf die Ziele der NBS erreicht worden sind. Einer verlässlichen und transparenten Erfolgskontrolle dient das bereits im Jahr 2007 in der NBS entworfene und inzwischen überarbeitete Set von Indikatoren (Sukopp et al. 2008, 2010).

Grundlage für einige dieser Indikatoren sind Daten zum Zustand von Natur und Landschaft. Diese werden in Monitoringprogrammen regelmäßig erfasst, auf die im zweiten Teil des Artikels näher eingegangen wird. Dabei geht es nicht um Langzeitforschung, sondern um die Feststellung von Veränderungen mit Bezug auf gesetzte politische Ziele und Grenzwerte. Der erste Indikatorenbericht mit derzeit 19 Indikatoren wurde im November 2010 vom Bundeskabinett beschlossen und publiziert (BMU 2010, [www.biologischerdiversitaet.de/bilanz\\_nbs.html](http://www.biologischerdiversitaet.de/bilanz_nbs.html)).

## 2 Naturschutzindikatoren: Definition und Anforderungen

Zieschank (2004) definiert Naturschutzindikatoren wie folgt: „Ein wesentliches Instrument der Operationalisierung von Leitbildern, politischen Zielen wie auch deren Erfolgskontrolle sind Indikatoren. Sie sollen als ausgewählte, plakative Kenngrößen Auskunft über Entwicklungstrends in einem bestimmten Politikfeld geben. Daraus ergibt sich an-

gesichts der Komplexität des Themas Biodiversität ein Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Exaktheit und politischer Nutzbarkeit.“

Von einem solchen modernen Begriff des „Politikindikators“ ist der klassische wissenschaftliche Begriff des „Bioindikators“ zu unterscheiden:

- Ein Bioindikator im naturwissenschaftlichen Sinne ist ein Stellvertreter für einen Gegenstand, der nicht direkt beobachtet oder gemessen werden kann. Er erfordert einen Beweis, in welcher Form das Indicandum (der abzubildende Gegenstand) und das Indicans (der abbildende Gegenstand) tatsächlich miteinander in Beziehung stehen. Dies wird am besten durch eine eindeutige quantitative, statistisch abgesicherte Beziehung belegt.
- Ein Politikindikator hat die Aufgabe, komplexe Sachverhalte innerhalb eines Politikfeldes in verständlicher Form abzubilden. Er dient dazu, Erfolge und Misserfolge bei der Erreichung zuvor festgelegter Ziele (hier: des Naturschutzes) aufzuzeigen. Eine statistische Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Indicandum und Indicans wird hier in der Regel nicht vorgenommen. Stattdessen wird basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen argumentativ dargelegt, dass der bilanzierte Indikator wesentliche Entwicklungstrends in einem bestimmten Handlungsfeld aufzeigt.

Um die Kausalzusammenhänge relevanter Prozesse rund um die biologische Vielfalt besser aufzeigen zu können, wurde bei der Entwicklung der Indikatoren zur biologischen Vielfalt das sog. DPSIR-Modell angewandt. Darin werden die Indikatoren in fünf Kategorien unterteilt:

- **Driving Forces:** Antriebsindikatoren bilden übergeordnete Entwicklungen der Gesellschaft ab, welche die biologische Vielfalt langfristig belasten.
- **Pressure:** Belastungsindikatoren beschreiben konkrete Ursachen, welche negativ auf die biologische Vielfalt wirken.
- **State:** Zustandindikatoren bilden den Zustand bestimmter Komponenten der biologischen Vielfalt ab.
- **Impact:** Auswirkungsindikatoren beleuchten bestimmte Veränderungen der biologischen Vielfalt, welche bekannten Belastungsfaktoren zugeordnet werden können.
- **Response:** Maßnahmeindikatoren zeigen auf, mit welchen Mitteln die Gesellschaft auf Veränderungen der biologischen Vielfalt reagiert.

Zusammenfassend seien hier die entscheidenden Anforderungen an Naturschutzindikatoren genannt: Die zugrunde liegenden Monitoringdaten sollten von hoher Qualität sein und die regelmäßige Erhebung der Daten sollte dauerhaft gesichert sein. Weiterhin muss der Kausalzusammenhang zur biologischen Vielfalt relevant, klar ersichtlich und allgemein verständlich sein. Nach Möglichkeit sollte nicht nur eine Zielrichtung normativ festgelegt sein, sondern ein quantitativer Zielwert mit einem konkreten Zieljahr angege-

ben werden. Dies ermöglicht in Zukunft eine eindeutige Aussage über den Status und den Zielerreichungsgrad sowie den Trend des jeweiligen Indikators.

### 3 Indikatorenbericht 2010 zur NBS

Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des Bundesamts für Naturschutz (BfN) wurde der Indikatorenbericht 2010 durch das Planungsbüro PAN entworfen. Nach der Abstimmung mit dem BfN und den Fachreferaten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) wurden von Mai bis November 2010 die anderen Ressorts der Bundesregierung beteiligt. Schließlich beschloss das Bundeskabinett am 17. November 2010 den Indikatorenbericht. Die Publikation erfolgte Ende 2010 als gedruckte Broschüre (BMU, 2010) und Anfang 2011 im Internet.

In dem Bericht werden 19 Indikatoren (s. Tab. 1) nach einem einheitlichen Schema dargestellt:

- Überschrift: kurze Bezeichnung des Indicandums;
- Einleitung: Bedeutung des Indikatorenthemas für die Erhaltung der biologischen Vielfalt, direkte Bezüge zur NBS;
- Indikator: Definition des Indikators, Nennung des Ziels (quantitativer Zielwert mit Zieljahr oder allgemeines Qualitätsziel);
- Aufbau: Nennung der Datengrundlage, Erläuterung der Rechenvorschrift;
- Aussage: Erläuterung des historischen Trends und des aktuellen Status, Interpretation, Nennung wichtiger Ursachen, Fazit mit Nennung besonders wichtiger Maßnahmen/Handlungsfelder der NBS.

Bei 12 der 19 Indikatoren erlauben quantitative Zielwerte die Angabe des aktuellen **Status**. Dieser wurde wie folgt definiert:

- + + Der aktuelle Wert liegt innerhalb des Zielbereiches (Zielerreichungsgrad  $\geq 90$  %).
- + Der aktuelle Wert liegt in der Nähe des Zielbereiches (Zielerreichungsgrad 80 % bis  $< 90$  %).
- Der aktuelle Wert liegt noch weit vom Zielbereich entfernt (Zielerreichungsgrad 50 % bis  $< 80$  %).
- - Der aktuelle Wert liegt noch sehr weit vom Zielbereich entfernt (Zielerreichungsgrad  $< 50$  %).

Eine statistische Trendanalyse (Rangkorrelationskoeffizient nach *Spearman* auf einem Signifikanzniveau von 10 %) unter Verwendung der letzten 11 Datenpunkte (Zeitraum von 10 Jahren) konnte bei sieben Indikatoren durchgeführt werden.



Statistisch signifikanter Trend hin zum Ziel bzw. Zielwert



Kein statistisch signifikanter Trend feststellbar







Statistisch signifikanter Trend weg vom Ziel bzw. Zielwert

- keine Statusangabe möglich (Indikator ohne quantitativen Zielwert) bzw. keine Trendangabe möglich (Indikator mit zu wenigen Einzelwerten)

Tab. 1: Überblick über die Indikatoren des Indikatorenberichts 2010 zur NBS  
(Quelle: BMU 2010)

Indikator	Gemessene oder beobachtete Größe (Indicans)	Status	Trend
Komponenten der biologischen Vielfalt			
Artenvielfalt und Landschaftsqualität	Index (Maßzahl in %) über die bundesweiten Bestandsgrößen von 59 repräsentativen Vogelarten in sechs Hauptlebensraum- und Landschaftstypen	-	~
Gefährdete Arten	Index über die Einstufung von Arten ausgewählter Artengruppen in die Rote-Liste-Kategorien bundesweiter Roter Listen	-	-
Erhaltungszustand der FFH-Lebensraumtypen und FFH-Arten	Index über die Bewertungen des Erhaltungszustands der Bestände der Lebensraumtypen des Anhangs I und der Arten der Anhänge II, IV und V der FFH-RL (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) in den biogeographischen Regionen in Deutschland	-	-
Invasive Arten	Anzahl der Arten der Schwarzen Liste invasiver Arten getrennt nach der Aktions- und der Managementliste	-	-
Gebietsschutz	Flächenanteil streng geschützter Gebiete (Naturschutzgebiete, Nationalparke) an der Landfläche Deutschlands	-	
Ökologischer Gewässerzustand	Anteil der Wasserkörper der Flüsse, Bäche, Seen, Übergangs- und Küstengewässer, die sich in einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand befinden, an der Gesamtzahl aller bewerteten Wasserkörper	- -	-
Zustand der Flussauen	Anteil der Wasserkörper der Flüsse, Bäche, Seen, Übergangs- und Küstengewässer, die sich in einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand befinden, an der Gesamtanzahl aller bewerteten Wasserkörper	-	-
Siedlung und Verkehr			
Flächeninanspruchnahme	Durchschnittliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche in ha pro Tag (gleitendes Vierjahresmittel)	- -	
Landschaftszer-schneidung	Flächenanteil unzerschnittener verkehrsarmer Räume $\geq 100 \text{ km}^2$ (UZVR) an der Landfläche Deutschlands und effektive Maschenweite ( $M_{\text{eff}}$ )	-	-

Indikator	Gemessene oder beobachtete Größe (Indicans)	Status	Trend
Wirtschaftliche Nutzungen			
Agrarumweltmaßnahmen	Gesamtfläche der durch Agrarumweltmaßnahmen geförderten Flächen und Höhe der dafür gewährten Finanzmittel	-	-
Ökologischer Landbau	Anteil der Flächen mit ökologischem Landbau an der landwirtschaftlich genutzten Fläche	- -	
Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert	Anteil der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (HNW Farmland, High Nature Value Farmland) an der gesamten Landwirtschaftsfläche	-	-
Genetische Vielfalt in der Landwirtschaft	Prozentualer Anteil gefährdeter einheimischer Nutztierassen der Pferde, Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen	-	-
Gentechnik in der Landwirtschaft	Für den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) gemeldete Flächen	-	-
Stickstoffüberschuss der Landwirtschaft	Differenz zwischen Stickstoffflüssen in die Landwirtschaft und Stickstoffflüssen aus der Landwirtschaft (Gesamtbilanz)	-	
Eutrophierende Stickstoffeinträge	Flächenanteil ohne Überschreitungen ökosystemspezifischer Belastungsgrenzen für eutrophierende Stickstoffeinträge (Critical Loads of Nutrient Nitrogen)	- -	-
Nachhaltige Forstwirtschaft	Anteil der nach PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) bzw. FSC (Forest Stewardship Council) zertifizierten Waldflächen an der gesamten Waldfläche	+	
Klimawandel			
Klimawandel und Frühlingsbeginn	Verschiebung des Beginns der Apfelblüte infolge des Klimawandels (deutschlandweiter Mittelwert des Termins für den Beginn der Apfelblüte)	-	
Gesellschaftliches Bewusstsein			
Bewusstsein für biologische Vielfalt	Anteil der deutschsprachigen Wohnbevölkerung über 18 Jahre, der in Bezug auf die biologische Vielfalt in den drei Teilbereichen „Wissen“, „Einstellung“ und „Verhaltensbereitschaft“ bestimmte Mindestanforderungen erfüllt	- -	-

In einer Gesamtbilanz zeigt der Bericht, dass bei den 12 Indikatoren mit Statusangabe der aktuelle Wert noch weit (sechs Indikatoren) oder sogar sehr weit (fünf Indikatoren) vom jeweiligen Zielbereich entfernt ist. Nur bei einem Indikator liegt der aktuelle Wert in der Nähe des Zielbereiches. Allerdings weisen die Trends überwiegend in die gewünschte Richtung. Bei fünf der sieben Indikatoren mit Trenderfassung ist ein Trend hin zum Ziel bzw. Zielwert feststellbar. Der Indikatorenbericht liefert damit nicht nur einen Beitrag für die nationale Berichterstattung zur Umsetzung der Strategie, er beantwortet auch die Frage, wo Deutschland in Hinblick auf das 2010-Ziel der CBD (weltweit den Verlust der

biologischen Vielfalt zu reduzieren bzw. in Europa sogar zu stoppen) steht (vgl. Sukopp et al. 2010): Das Ziel wurde demnach verfehlt.

Das Indikatorenset der NBS wird künftig weiterentwickelt. Vorgesehen sind u. a. die Aufnahme des Indikators „Zersiedelung der Landschaft“ (vgl. Ackermann, Scheweppe-Kraft 2010) sowie eines Indikators zur nachhaltigen Meeresfischerei. Weitere Indikatoren u. a. zu den Themen „Klimawandel“ und „Wälder“ sind in Entwicklung bzw. Planung.

## 4 Monitoring: Definition und rechtliche Verpflichtungen

Kennzeichnende Eigenschaften, die das Monitoring für Naturschutz beinhaltet, sind (Dröschmeister 1996):

- die wiederholte Erfassung des Zustandes von Natur und Landschaft oder deren Bestandteile sowie darauf einwirkender menschlicher Aktivitäten,
- das Wahrnehmen von Veränderungen,
- die Ausrichtung auf feste Ziel- oder Grenzwerte,
- die Verbindung mit Fragestellungen, die einen Anwendungs- bzw. Politikbezug im Naturschutz haben.

Solche Fragestellungen ergeben sich in vielerlei Hinsicht vor allem aus rechtlichen Verpflichtungen für das Monitoring von Arten und Lebensräumen. Es seien folgende Rechtstexte als wichtige Beispiele genannt:

- Bundesnaturschutzgesetz (neu seit 01.03.2010), § 6: Beobachtung von Natur und Landschaft;
- FFH-Richtlinie 92/43/EWG, Art. 11: Überwachung des Erhaltungszustands von Arten und Lebensraumtypen;
- EG-Vogelschutzrichtlinie 2009/147/EG, Art. 4 Abs. 3: Bereitstellung sachdienlicher Informationen und Art. 12 Abs. 1: Berichterstattung;
- Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) 2000/60/EG, Art. 8: Überwachung des Zustands von Gewässern;
- Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD), Art. 7: Monitoring der biologischen Vielfalt und anthropogener Einwirkungen;
- Abkommen zur Erhaltung der afrikanisch-eurasischen Wasservögel (AEWA), Art. III, 2. h: Monitoring soll Schutzbemühungen unterstützen;
- Ramsar-Konvention: Monitoring des ökologischen Zustands von Feuchtgebieten internationaler Bedeutung;
- Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG: Monitoring möglicher schädlicher Auswirkungen gentechnisch veränderter Organismen (GVO) auf die Umwelt.

Bei der Erfüllung von Berichtspflichten nach den Vorgaben der FFH-Richtlinie oder der Vogelschutzrichtlinie werden ausgewählte Schutzgüter alle sechs Jahre von den Ländern und vom Bund erfasst. Die Daten werden vom BfN zusammengeführt und schließlich an die EU berichtet. Ähnlich verhält es sich bei der Bilanzierung der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (*High Nature Value Farmland*, kurz: *HNV Farmland*), einem ELER<sup>1</sup>-Indikator, der auch in den Indikatorenbericht 2010 zur NBS aufgenommen wurde.

Auch ohne internationale Verpflichtung werden breit angelegte Monitoringprogramme in Deutschland durchgeführt. Dazu gehören z. B. das Vogelmonitoring (Sudfeldt et al. 2010), das Meeresmonitoring (Küstenbereich, vgl. Marencic 2010, s. auch <http://www.bfn.de/habitatmare/de/monitoring.php>), das Tagfaltermonitoring (Kühn et al. 2010) oder die Bundeswaldinventur (BWI, Polley 2010). In Nordrhein-Westfalen werden im Rahmen der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) verschiedene Untersuchungen auf einer Auswahl von Stichprobenflächen durchgeführt (vgl. [http://www.lanuv.nrw.de/natur/monitor/OEFS\\_NRW.htm](http://www.lanuv.nrw.de/natur/monitor/OEFS_NRW.htm)).

## 5 Monitoring auf Stichprobenflächen

Das Monitoring von Vogelarten in Deutschland und von Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert erfolgt auf Stichprobenflächen von 1 km<sup>2</sup> Größe. Es handelt sich dabei um eine zweifach geschichtete Stichprobe, die in Zusammenarbeit des Dachverbandes Deutscher Avifaunisten (DDA), des BfN und des Statistischen Bundesamtes entwickelt wurde. Die reale Landnutzung und naturräumliche Eigenschaften (Standorttypen bzw. Landschaftstypen) fungieren dabei als Schichtungskriterien (vgl. Mitschke et al. 2005; Fuchs et al. 2011). Die reale Landnutzung wird aus sechs, teilweise aggregierten Objektarten des Basis-DLM abgeleitet: Ackerflächen, Grünland, Wald, Sonderkulturen, Sonderbiotope und Siedlungen. Die Standorttypen gehen auf ein Vorhaben für die Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder zurück. Anhand von Parametern, wie Meereshöhe, Bodenart, potenzielle natürliche Vegetation sowie verschiedener klimatischer Parameter, wurden 21 Standorttypen ermittelt (Schröder, Schmidt 2001). Für Aussagen auf Bundesebene sind im Stichprobenset 1 000 Flächen vorgesehen (Grundprogramm), für vertiefende Aussagen auf Länderebene stehen zusätzlich 1 637 Probenflächen zur Verfügung (Vertiefungsprogramm). In Nordrhein-Westfalen verwendet die Ökologische Flächenstichprobe dieses Stichprobenset.

Beim FFH-Monitoring werden die Schutzgüter, also die Bestände aller Arten und Lebensraumtypen der Anhänge der FFH-Richtlinie, innerhalb und außerhalb der FFH-Gebiete nach bestimmten Kriterien untersucht. Dabei werden als Stichprobenflächen ausgewählte Fundorte der Arten bzw. der Lebensraumtypen herangezogen. Das „Kon-

<sup>1</sup> Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums.



zept zum Monitoring des Erhaltungszustands von Lebensraumtypen und Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland“ (Sachteleben, Behrens 2010) beinhaltet für jedes Schutzgut und jede Messgröße konkrete Vorschläge. Aufgrund der Bewertungen in Kategorien wird dort ein vergleichsweise kleiner Stichprobenumfang von 63 Untersuchungsflächen pro Schutzgut und biogeografischer Region gefordert. Gibt es weniger als 63 Vorkommen, so findet ein Totalzensus aller bekannten Vorkommen statt.

## 6 Beispiel: Monitoring häufiger Brutvögel und davon abgeleiteter Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“

Der Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA) führt seit 1989 ein Monitoringprogramm häufiger Brutvögel durch, das seit dem Jahr 2004 methodisch optimiert und noch stärker auf Naturschutzfragen zugeschnitten wurde (Mitschke et al. 2005). Dabei wurden insgesamt 2 637 Stichprobenflächen vorgegeben (s. Ausführungen in Kap. 5), wobei vorrangig die Flächen des Grundprogramms erfasst werden sollen. Das Programm wird durch ein Netz von Länderkoordinator/innen betreut und genießt einen hohen Zuspruch bei den ehrenamtlichen Kartiererinnen und Kartierern: Im Jahr 2011 waren über 1.400 Probeflächen für Erfassungen vergeben. Die Erfassung erfolgt mittels sogenannter Linienkartierungen, also durch vereinfachte Revierkartierungen entlang einer festgelegten Linie innerhalb der Probefläche (s. Abb. 1), wobei in jeder Saison vier Kartiergänge durchgeführt werden. Am Ende der Saison werden die Einzelbeobachtungen nach standardisierten Vorgaben zu Brutrevieren ausgewertet. Es erfolgt eine Zuordnung der Vogelbeobachtungen zu Nutzungstypen und eine lagegenaue Verortung der Reviere. Diese ermöglicht eine detaillierte Auswertung, z. B. in Kombination mit den Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert.



Abb. 1: Linienkartierung in einer Probefläche (Quelle: DDA)

Beim Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ werden die bundesweiten Bestandsgrößen von 59 ausgewählten Vogelarten verwendet. Es handelt sich um repräsentative Arten für sechs verschiedene Hauptlebensraum- bzw. Landschaftstypen, die für die Berechnung des Indikators entsprechend ihres jeweiligen Flächenanteils in Deutschland unterschiedlich gewichtet werden (Tab. 2).

Tab. 2: Hauptlebensraum- bzw. Landschaftstypen und Vogelarten, die für die Berechnung des Indikators „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ herangezogen werden (Quelle: BMU 2010)

Hauptlebensraum bzw. Landschaftstyp	Gewichtung	Ausgewählte Vogelarten
Agrarland	0,50	Braunkehlchen, Feldlerche, Goldammer, Grauammer, Heidelerche, Kiebitz, Neuntöter, Rotmilan, Steinkauz, Uferschnepfe
Wälder	0,27	Grauspecht, Kleiber, Kleinspecht, Mittelspecht, Schreiadler, Schwarzspecht, Schwarzstorch, Sumpfmeise, Tannenmeise, Waldlaubsänger, Weidenmeise
Siedlungen	0,11	Dohle, Gartenrotschwanz, Girlitz, Grünspecht, Hausrotschwanz, Haussperling, Mauersegler, Mehlschwalbe, Rauchschwalbe, Wendehals
Binnengewässer	0,06	Eisvogel, Flussuferläufer, Haubentaucher, Kolbenente, Rohrdommel, Rohrweihe, Seeadler, Teichrohrsänger, Wasserralle, Zwergtaucher
Küsten und Meere	0,03	Austernfischer, Eiderente, Flusseeeschwalbe, Kornweihe, Küstenseeschwalbe, Mittelsäger, Rotschenkel, Sandregenpfeifer, Trottellumme, Zwergeseeschwalbe
Alpen	0,03	Alpenbraunelle, Auerhuhn, Berglaubsänger, Dreizehenspecht, Kleiber, Ringdrossel, Rotkehlchen, Steinadler, Waldbaumläufer, Weidenmeise

Für jede dieser Vogelarten hat ein Experten/-innengremium einen Bestandszielwert für das Jahr 2015 festgelegt, der erreicht werden kann, wenn die gesetzlichen Vorgaben im Naturschutz und die Leitlinien einer nachhaltigen Entwicklung vollständig umgesetzt werden. Die festgestellten Bestandsgrößen werden in Relation zu diesen Zielbestandsgrößen gesetzt. Dadurch erhält man einen jährlichen artspezifischen Zielerreichungsgrad in Prozent. Durch Mittelung der Werte der Indikatorarten für die Hauptlebensraum- bzw. Landschaftstypen erhält man sechs Teilindikatoren, die durch gewichtete Mittelung weiter zum Gesamtindikator zusammengefasst werden. Das Indikatordiagramm (Abb. 2) enthält neben den Indikatorwerten seit 1990 auch Vergleichswerte, die für die Jahre 1970 und 1975 rekonstruiert wurden.

Der Wert des Indikators lag 1990 weit unter den rekonstruierten Werten der 1970er Jahre. Aber auch seit Beginn der regelmäßigen Erfassungen hat sich keine Verbesserung gezeigt. Während im Indikatorenbericht 2010 (Datenreihe bis 2008) kein statistisch signifikanter Trend über die letzten 10 Jahre (1998-2008) feststellbar war, besteht jetzt – mit den neuesten verfügbaren Monitoringdaten – über die letzten 10 Jahre (1999-2009)

ein statistisch signifikanter Trend weg vom Zielwert. Auch die Teilindikatoren für Agrarland, Siedlungen, Küsten und Meere sowie die Alpen weisen einen solchen statistisch signifikanten negativen Trend auf. Bei den Wäldern zeigte sich über die Periode 1998-2008 noch ein statistisch signifikanter positiver Trend. Bei diesem Teilindikator und dem Teilindikator für Binnengewässer ist aktuell jedoch kein Trend statistisch nachweisbar. Das Fazit bei diesem Indikator ist, dass die Anstrengungen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt derzeit offenbar nicht ausreichen, um den Rückgang der Artenvielfalt in der Normallandschaft außerhalb spezieller Schutzgebiete zu stoppen.

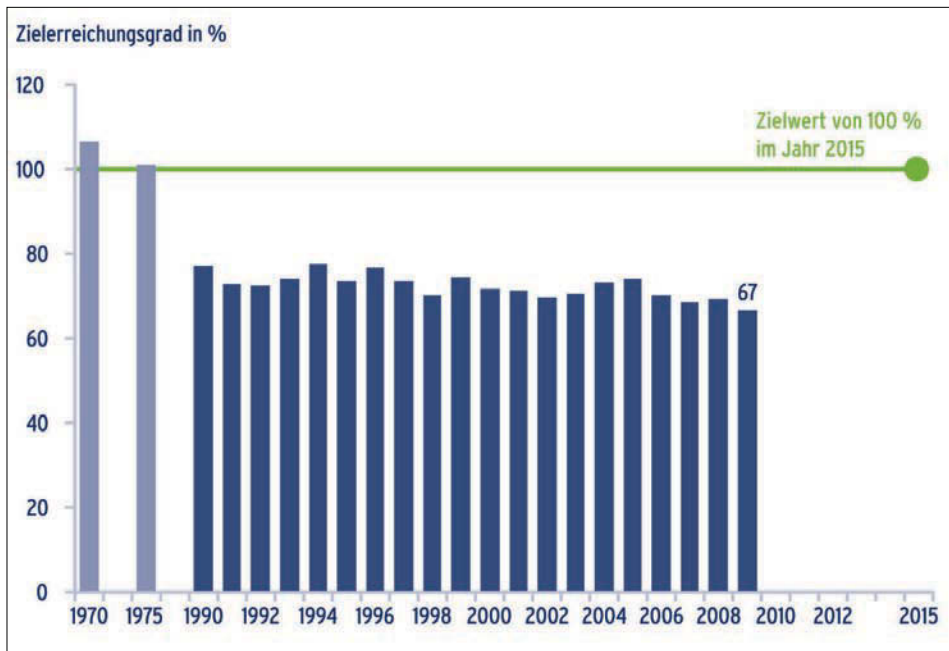


Abb. 2: Diagramm des Indikators „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“  
(Daten: DDA 2011, Quelle: BfN 2011)

## 7 Weiterentwicklung des bundesweiten Monitorings

Eine zentrale Anforderung an Monitoringprogramme für den Naturschutz ist, dass die Erhebungen dauerhaft durchgeführt werden. Sind diese finanziell und organisatorisch gesichert, sollte geprüft werden, inwiefern inhaltliche und methodische Verbesserungen bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Vergleichbarkeit der Daten in den Zeitreihen möglich sind. Dazu gehören auch eine breite Auswertung und Modellierung der vorhandenen Daten mit dem Ziel, die Aussagemöglichkeiten der vorliegenden Daten besser auszuschöpfen.

Vorschläge zur Weiterentwicklung des Naturschutz-Monitorings in Deutschland wurden bei einem Symposium im April 2008 auf der Insel Vilm diskutiert (Dröschmeister, Doer-

pinghaus 2010). Dort wurde eine Erweiterung der bestehenden Programme um neue Elemente, die bisher nicht erfasst werden, gefordert: bestimmte Artengruppen (z. B. Gefäßpflanzen, Wirbellose), bestimmte Landschaftselemente (z. B. ausgewählte Biotoptypen) und andere Parameter (z. B. Nutzungsintensität und -art). Das Ziel ist dabei eine breitere Abdeckung des Spektrums an Komponenten der biologischen Vielfalt, um Ursachen für Bestandsveränderungen verlässlich zu ermitteln und nach Möglichkeit den Einfluss verschiedener Faktoren differenzieren zu können. Dafür sollen auch Ergebnisse aus Programmen Dritter, z. B. Messprogramme für die Umweltmedien oder Fernerkundungsdaten, in die Ursachenanalysen einbezogen werden.

Für die Zukunft besonders wichtig ist zudem ein Monitoring der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt. Daran wird bereits in mehreren Forschungs- und Entwicklungsvorhaben von Bund und Ländern (z. B. auch in Sachsen) intensiv gearbeitet. Ein Internetportal zum Einfluss des Klimawandels auf Natur und Umwelt mit insgesamt 14 verschiedenen Indikatoren wurde im Juli 2011 für Nordrhein-Westfalen freigeschaltet (<http://www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/index.php>).

## 8 Literatur

- Ackermann, W.; Schweppe-Kraft, B. (2010): Zersiedelung der Landschaft – Indikator und erste Ergebnisse. In: IÖR Schriften Band 52, S. 129-141.
- BMU (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. In: Reihe Umweltpolitik, Hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Küchler-Krischun, J.; Walter, A. M.; Hildebrand, M. (Red.), 178 S., Berlin. Onlinedokument: [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bio-log\\_vielfalt\\_strategie\\_nov07.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bio-log_vielfalt_strategie_nov07.pdf) (Zugriff 15.08.2011).
- BMU (2010): Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Gödeke, I.; Sukopp, U.; Neukirchen, M. (Red.), Ackermann, W.; Fuchs, D.; Sachteleben, J.; Schweiger, M. (fachl. Beratung), 87 S., Berlin. Onlinedokument: [http://www.biologischevielfalt.de/fileadmin/NBS/indikatoren/Indikatorenbericht-2010\\_NBS\\_Web.pdf](http://www.biologischevielfalt.de/fileadmin/NBS/indikatoren/Indikatorenbericht-2010_NBS_Web.pdf) (Zugriff 15.08.2011).
- Dröschmeister, R. (1996): Ausgewählte Ansätze für den Aufbau von Monitoringprogrammen im Naturschutz – Möglichkeiten und Grenzen. In: Fachsektion freiberuflicher Biologen im VDBIOL (Hrsg.): Symposium „Praktische Anwendungen des Biotoptopmonitoring in der Landschaftsökologie“, Bochum (Selbstverlag), S. 78-89.
- Dröschmeister, R.; Doerpinghaus, A. (2010): Perspektiven für das Naturschutz-Monitoring in Deutschland. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 83, S. 261-274.
- Kühn, E.; Harpke, A.; Feldkamp, R.; Hirneisen, N.; Musche, M.; Settele, J. (2010): Tagfalter-Monitoring Deutschland – Erfahrungen aus den ersten drei Jahren. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 83, S. 133-146.

- Marencic, H. (2010): Das Trilaterale Monitoring und Bewertungsprogramm (TMAP) – 15 Jahre grenzüberschreitendes Monitoring im Wattenmeer. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 83, S. 53-64.
- Mitschke, A.; Sudfeldt, C.; Heidrich-Riske, H.; Dröschmeister, R. (2005): Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands – Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. In: Vogelwelt 126, S. 127-140.
- Polley, H. (2010): Monitoring in Wäldern: Die Bundeswaldinventur und Verknüpfungen für Naturschutzfragen. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 83, S. 65-78.
- Sachteleben, J.; Behrens, M. (2010): Konzept zum Monitoring des Erhaltungszustands von Lebensraumtypen und Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. In: BfN-Skripten 278, 180 S., Bonn.
- Schröder, W.; Schmidt, G. (2001): Defining ecoregions as framework for the assessment of ecological monitoring networks in Germany by means of GIS and classification and regression trees (CART). In: Gate to Environmental and Health Science 3, S. 1-9.
- Sudfeldt, C.; Wahl, J.; Mitschke, A.; Flade, M.; Schwarz, J.; Grüneberg, C.; Boschert, M.; Berlin, K. (2010): Vogelmonitoring in Deutschland – Ergebnisse und Erfahrungen. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 83, S. 99-117.
- Sukopp, U.; Ackermann, W.; Fuchs, D.; Schweiger, M. (2008): Policy-related Indicators Measure the Effectiveness of the German National Strategy on Biological Diversity. Federal Agency for Nature Conservation (BfN), Bonn: 15 pp. Internetquelle: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/monitoring/Indicators\\_German\\_Biodiversity\\_Strategy.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/monitoring/Indicators_German_Biodiversity_Strategy.pdf) (Zugriff: 15.08.2011).
- Sukopp, U.; Neukirchen, M.; Ackermann, W.; Fuchs, D.; Sachteleben, J.; Schweiger, M. (2010): Bilanzierung der Indikatoren der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt: Wo steht Deutschland beim 2010-Ziel? In: Natur und Landschaft, 85. Jahrgang, Heft 7, S. 288-300.
- Zieschank, R.; Stickroth, H.; Achtziger, R. (2004): Seismograph für den Zustand von Natur und Landschaft. Der Indikator für Artenvielfalt. In: politische ökologie 91-92: 58-59. Internetquelle: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/Vielfalt\\_pol\\_oekologie\\_91-92.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/Vielfalt_pol_oekologie_91-92.pdf) (Zugriff: 15.08.2011).



# Landschaftszerschneidung und Waldfragmentierung – Neue Indikatoren des IÖR-Monitors

*Ulrich Walz, Tobias Krüger, Ulrich Schumacher*

## Zusammenfassung

Der Beitrag stellt neue Indikatoren zur Analyse und zum Monitoring der Zerschneidung von Freiräumen sowie zur Fragmentierung von Wald- und Forstflächen vor, die bestehende bundesweite Indikatorensysteme ergänzen sollen. Die Ergebnisse werden beispielhaft auf der Ebene von Gemeinden, Kreisen und Raumordnungsregionen präsentiert. Sie zeigen u. a., dass es deutschlandweit nur noch ca. 140 zusammenhängende Wälder mit einer Größe von mehr als 50 km<sup>2</sup> gibt.

## 1 Zielstellung

Für den für den deutschlandweiten Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) sollen Indikatoren zur Beschreibung des Zustands, der Entwicklung und Belastung von Freiräumen und zu Landschaftsfunktionen erarbeitet werden. Im Fokus stehen dabei die Schutzgüter Biodiversität und Boden sowie die Erholungseignung der Landschaft. Basis sind Auswertungen zur Entwicklung der Flächennutzung sowie der Ausstattung und Struktur der Freiräume.

## 2 Begriffsbestimmungen

Im Verständnis des IÖR-Monitors bezieht sich der Begriff **Freiraum**<sup>1</sup> auf alle Flächen, die weder dem Siedlungs- noch dem Verkehrsraum angehören. Während der Verkehrsraum alle flächenwirksamen Verkehrsträger des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs (inkl. Verkehrsbegleitflächen) umfasst, beinhaltet der Siedlungsraum neben bebauten Flächen auch Siedlungsfreiflächen. Dabei handelt es sich um größtenteils unbebaute Bereiche, sofern sie im unmittelbaren funktionalen Zusammenhang mit der Siedlung stehen (darunter u. a. Parkanlagen, Friedhöfe sowie Sport- und Erholungsflächen).

Dabei kann auf einschlägige Definitionen aus der Literatur zurückgegriffen werden. So schreibt Baier (2000) zur Definition von Freiraum und Freifläche: „Freiraum ist der durch Bebauung und linienartige bebauungsähnliche Infrastruktureinrichtungen nicht betroffene Teil der Landschaft“. Auch die Definitionen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und dem Handwörterbuch der Raumordnung unterstützen diese Definition: „Freiflächen und Freiräume sind traditionell die Gegenbegriffe zum

<sup>1</sup> Siehe auch Glossar des IÖR-Monitors: <http://www.ioer-monitor.de/index.php?id=41>

Siedlungsraum. Freiflächen sind die nicht überbauten Flächen innerhalb der Städte, also die Gärten und Hinterhöfe, die Stadtparks und Friedhöfe. In Abgrenzung zu Freiflächen wird der Begriff Freiraum in der Regel in der Regional- und Landesplanung benutzt. Er grenzt die freie unbebaute Landschaft, die oft landwirtschaftlich genutzt wird, von den überbauten Flächen ab“ (BBR 2000; Ritter 2005). Diese Definitionen zeigen, dass Freiraum ein komplexes räumliches Konstrukt ist.

„**Landschaftszerschneidung** bezeichnet ein Zertrennen von gewachsenen ökologischen Zusammenhängen zwischen räumlich verbundenen Landschaftsbereichen. Hauptursache sind vom Menschen geschaffene, vorwiegend linienhafte Strukturen (vor allem Straßen, Bahnlinien und Leitungstrassen), mit denen Barriere-, Emissions- oder Kollisionswirkungen sowie ästhetische Beeinträchtigungen verbunden sind.“ (Jaeger et al. 2005). Die Landschaftszerschneidung hat vielfältige Auswirkungen auf die Lebensräume von Tier- und Pflanzenarten, aber auch auf den Menschen selbst, beispielsweise durch Verlust und Verlärmung von potenziellen Räumen für naturnahe Erholung. Dabei sind nicht nur der direkte Flächenverlust durch die Verkehrsinfrastruktur zu berücksichtigen, sondern auch die Verkleinerung der Freiräume und die Zunahme der Wirkzonen von Belastungen wie Lärm oder Schadstoffen (Abb. 1). Für eine detaillierte Darstellung der Auswirkungen und Maßzahlen zur Erfassung der Landschaftszerschneidung sei auf die einschlägige Literatur verwiesen (z. B. Jaeger 2002; Baier et al. 2006; Walz, Schauer 2009).

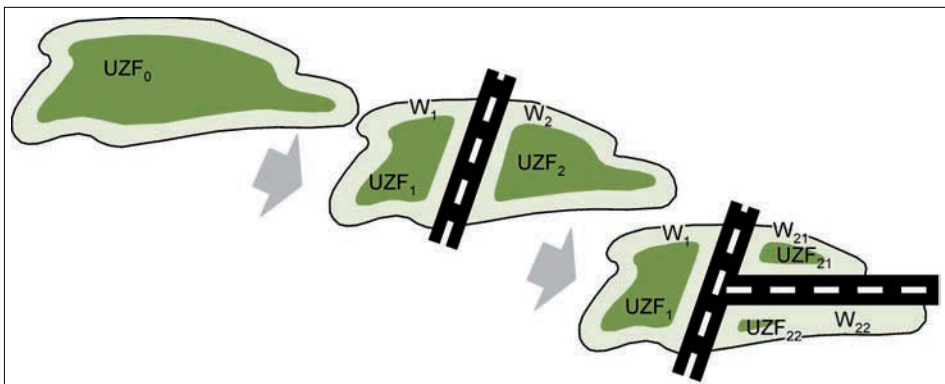


Abb. 1: Zunahme der Wirkzonen ( $W$ ) und Abnahme der Kernfläche von unzerschnittenen Freiräumen ( $UZF$ ) bei zunehmender Zerschneidung durch Straßen (verändert nach Mader 1981)

Zur Analyse der Fragmentierung des Freiraums gilt nur eine Auswahl von Siedlungs- und Verkehrselementen als landschaftszerschneidend: So werden Siedlungsbereiche geringerer Ausdehnung (weniger als 5 ha Ortslagenfläche) und Nebenverkehrstrassen (z. B. Straßen ohne überörtliche Bedeutung, eingleisige Eisenbahnlinien ohne Elektrifizierung oder außer Betrieb) in ihrer Zerschneidungswirkung auf der betrachteten Maßstabsebe-



ne als nicht relevant angesehen. Daher können unzerschnittene, zusammenhängende Freiräume durchaus bebaute Objekte (Versorgungsanlagen, Aussiedlerhöfe, kleinere technische Bauwerke, Weiler etc.) enthalten.

### 3 Neue Indikatoren zur Landschaftszerschneidung

Der IÖR-Monitor bietet seit seiner Freischaltung im Jahr 2010 eine Reihe von Indikatoren, die den Freiraum sowie den Landschafts- und Naturschutz betreffen (Walz, Schumacher 2010a, b). Zum Themenbereich Landschaftszerschneidung werden jetzt ergänzende Indikatoren für das gesamte Bundesgebiet angeboten:

- Anteil unzerschnittener Freiräume > 50 km<sup>2</sup> an Gebietsfläche
- Anteil unzerschnittener Freiräume > 100 km<sup>2</sup> an Gebietsfläche
- Effektive Maschenweite der Freiräume (Grundformel nach Jaeger 2002); erweiterte Formel für einseitiges Beziehungsverfahren (Schwarz-von Raumer, Esswein 2006)

Aufgrund der hohen Bedeutung großer zusammenhängender Wälder und Forsten als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als Erholungsgebiet für den Menschen sollen auch Indikatoren zu diesem Thema angeboten werden. Nach Burkhardt (2004) ist die Flächengröße ein Wertkriterium zur naturschutzfachlichen Einstufung von Wäldern, wobei Flächen über 5 000 ha als „sehr gut“ einzustufen sind. Zum Thema Waldfragmentierung hält der IÖR-Monitor jetzt folgende Indikatoren bereit:

- Anteil unzerschnittener Wälder > 50 km<sup>2</sup> an Gebietsfläche
- Effektive Maschenweite unzerschnittener Wälder nach dem einseitigen Beziehungsverfahren (Schwarz-von Raumer, Esswein 2006)

Passend zum Internationalen Jahr der Wälder 2011 (Höltermann, Krug 2011) wird mit diesen Indikatoren das bundesweite Informationsangebot erweitert.

#### 3.1 Verfügbare Indikatoren und Karten in Deutschland

Am Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung in Dresden wird seit längerem zum Thema Landschaftszerschneidung geforscht. Im Zusammenhang mit einem Beitrag für den Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland wurde auch die Eignung für die naturbezogene Erholung analysiert (Schumacher, Walz 2000). Außerdem wurden die historische und grenzübergreifende Entwicklung der Landschaftszerschneidung in Sachsen (Schauer 2006) thematisiert sowie die Ergebnisse für die Öffentlichkeit inhaltlich und kartographisch aufbereitet<sup>2</sup>. Besondere Aufmerksamkeit gilt dem Zusammenhang von Biotopvernetzung und Landschaftszerschneidung sowie dessen adäquater Integration in die Raumplanung (Walz, Stratmann 2011).

<sup>2</sup> Siehe [http://www.ioer.de/langzeitmonitoring\\_uzf](http://www.ioer.de/langzeitmonitoring_uzf)

Bundesweite Indikatoren zur Landschaftszerschneidung werden derzeit durch die Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI 2006) ermittelt. Zu den Indikatoren „Anteil unzerschnittener, verkehrsarmer Räume (UZVR) über 100 km<sup>2</sup> an der Landesfläche“ und „Mittlerer Zerschneidungsgrad (effektive Maschenweite)“ werden für jedes Bundesland ein Zustandswert sowie eine Trendaussage bereitgestellt<sup>3</sup>. Außerdem ermittelt das Bundesamt für Naturschutz „Unzerschnittene verkehrsarme Räume (UZVR) über 100 km<sup>2</sup>“, die regelmäßig in den Daten zur Natur (z. B. BfN 2008: 90) und im Indikatorenbericht zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (BMU 2010: 44) publiziert werden.

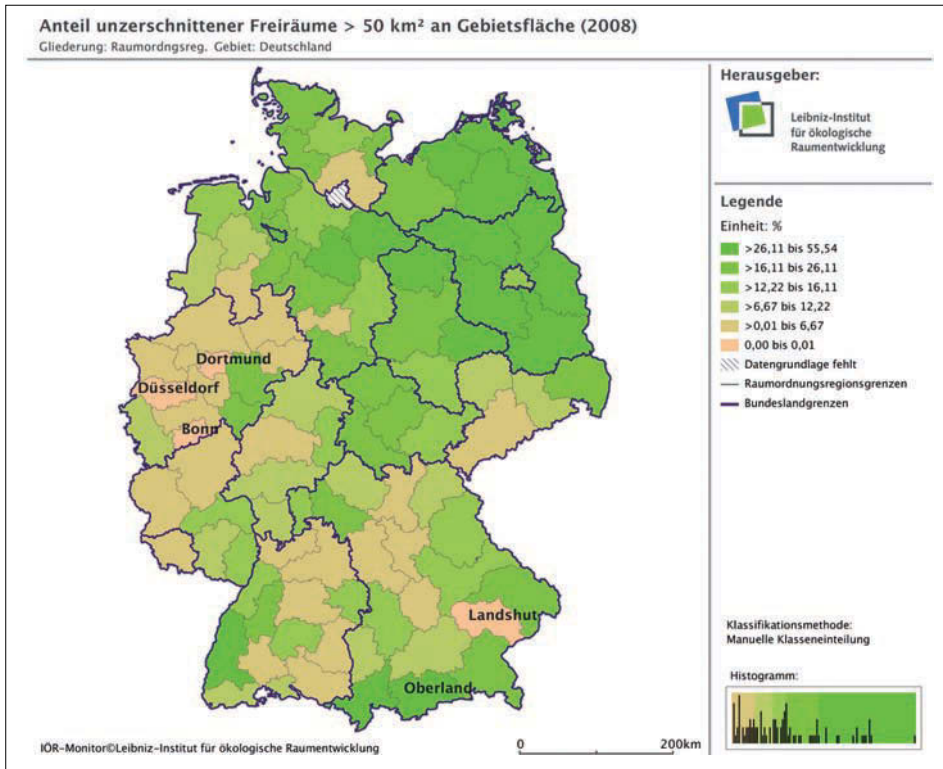


Abb. 2: Anteil unzerschnittener Freiräume > 50 km<sup>2</sup> an Gebietsfläche nach Raumordnungsregionen 2008 (Quelle: [www.ioer-monitor.de](http://www.ioer-monitor.de))

### 3.2 Unzerschnittene Freiräume im IÖR-Monitor

Die Auswertungen des IÖR-Monitors beziehen das überörtliche Straßenverkehrsnetz (Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen), das Hauptschienenverkehrsnetz (mehrspurige und elektrifizierte einspurige Bahnstrecken) und die Ortslagen ab einer Größe von 5 ha ein. Die Breiteninformation der Verkehrswege wurde den Attributinformationen der ATKIS-Daten entnommen.

<sup>3</sup> <http://www.lanuv.nrw.de/liki-newsletter/index.php?mode=indi&indikator=13#grafi>

Bei der Betrachtung unzerschnittener Freiräume bereits ab 50 km<sup>2</sup> sind größere Anteile vor allem in Nordostdeutschland zu finden (Abb. 2). Dennoch weist die Karte mit dem Flächenbezug auf Raumordnungsregionen die Raumordnungsregion (ROR) Oberland in den bayerischen Alpen mit dem höchsten Anteilswert aus. Dagegen besitzen die ROR Bonn, Dortmund, Düsseldorf und Landshut gar keine größeren unzerschnittenen Freiräume mehr.

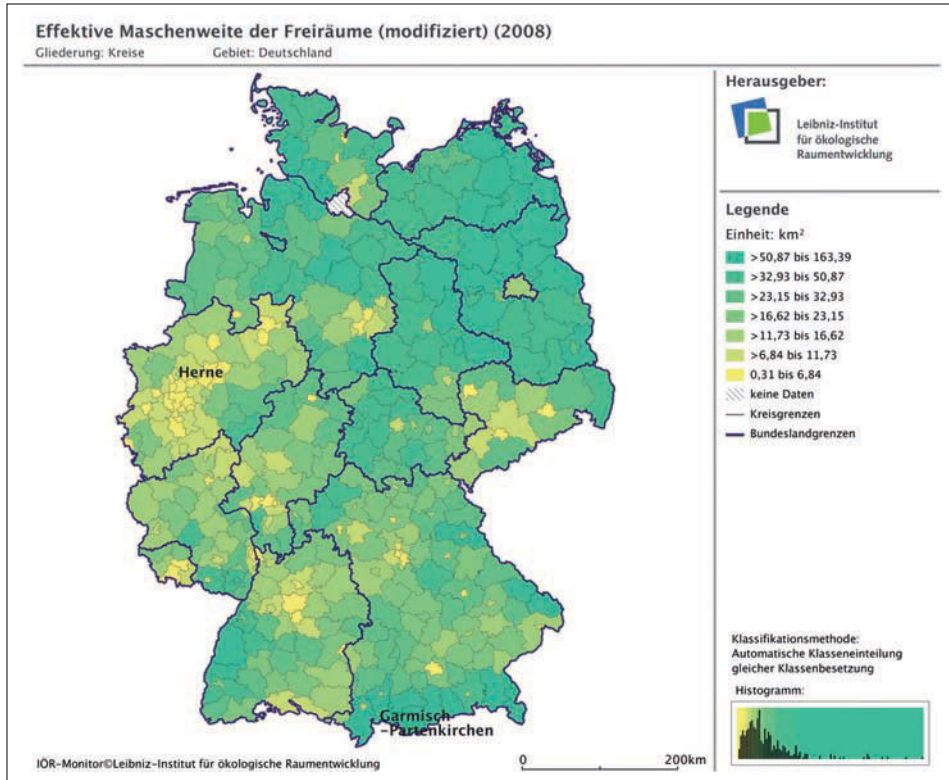


Abb.3: Effektive Maschenweite der Freiräume auf Kreisebene 2008  
(Quelle: [www.ioer-monitor.de](http://www.ioer-monitor.de))

Zur Charakterisierung der Landschaftszerschneidung hat sich in den letzten Jahren die effektive Maschenweite als geeignete Maßzahl etabliert. Je größer dieser Indikator in einem Gebiet, desto weniger gilt dessen Landschaft als zerschnitten. Über eine erweiterte Berechnungsformel wird der außerhalb der betrachteten Gebietseinheit gelegene Flächenanteil eines zusammenhängenden Freiraumes zusätzlich einbezogen. Eine Übersichtskarte für Landkreise und kreisfreie Städte (Abb. 3) zeigt starke räumliche Disparitäten in Deutschland zwischen den Extremwerten Herne im Ruhrgebiet (Minimum) und Garmisch-Partenkirchen in den Alpen (Maximum).

Bei diesem Indikator werden nur Werte für Kreise, Raumordnungsregionen und Bundesländer ausgewiesen, nicht aber für Gemeinden, weil eine hinreichend große Gebietskulisse erforderlich ist.

### 3.3 Waldfragmentierung im IÖR-Monitor

Große zusammenhängende Wälder besitzen eine hohe Bedeutung als Lebensraum für Tiere und Pflanzen und als Erholungsgebiet für den Menschen. Frühere Untersuchungen stammen z. B. von Fritz et al. (1984). Er wertete erstmals für das damalige Bundesgebiet die Fragmentierung von Wäldern aus. Mit den vom IÖR vorgeschlagenen Indikatoren liegen jetzt flächendeckende Auswertungen für das gesamte heutige Bundesgebiet vor. Für eine ausführliche Darstellung der Methodik und der Ergebnisse sei verwiesen auf Walz et al. (eingereicht).

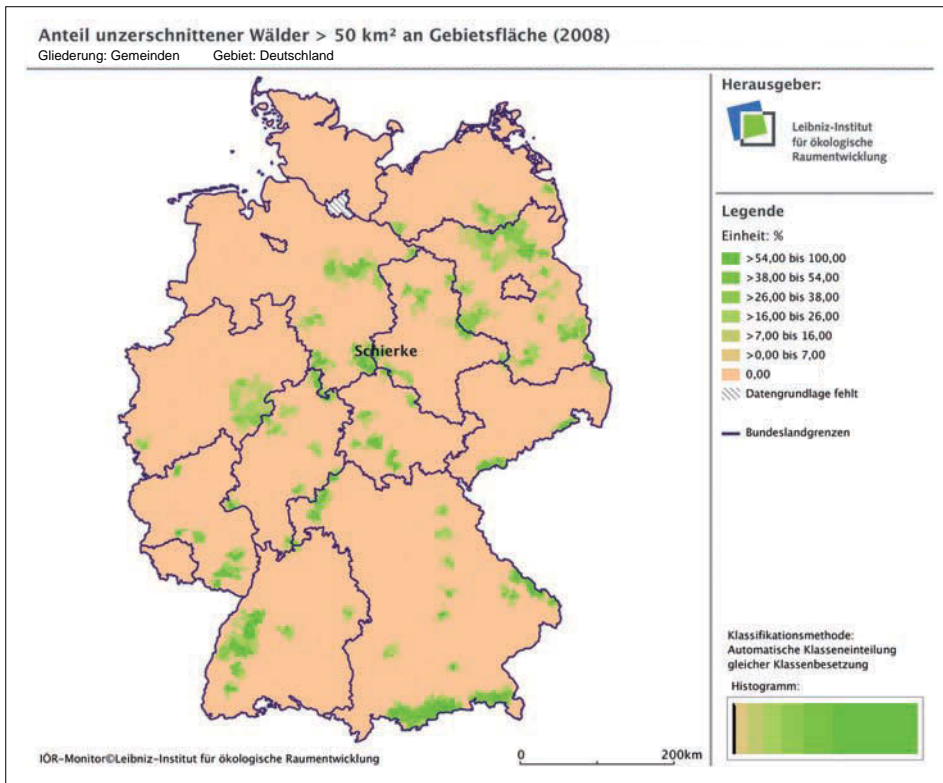


Abb. 4: Anteil unzerschnittener Wälder > 50 km<sup>2</sup> auf Gemeindeebene 2008  
 (Quelle: [www.ioer-monitor.de](http://www.ioer-monitor.de))

Aus Abbildung 4 wird ersichtlich, dass es nur wenige Gemeinden in Deutschland gibt, die einen Anteil an zusammenhängenden, unzerschnittenen Wäldern mit einer Fläche von mindestens 50 km<sup>2</sup> aufweisen. Insgesamt existieren noch ca. 140 solcher Wald- und Forstflächen. Große Wälder konzentrieren sich erwartungsgemäß auf die Mittelgebirge und die Alpenregion. Den Spitzenwert hält die Harzer Gemeinde Schierke (93,9 %) – im ehemaligen DDR-Sperrgebiet an der deutsch-deutschen Grenze gelegen. Darüber

hinaus gibt es große Wälder in Brandenburg – vor allem im weiteren Umland von Berlin. Gerade diese Wälder dürften für die Hauptstadtregion sowohl eine erhebliche ökologische Bedeutung besitzen als auch für die Naherholung wichtig sein.

## 4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Der im Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung verfolgte Ansatz besitzt die Spezifik, dass unzerschnittene Freiräume bereits ab einer Größe von 50 km<sup>2</sup> betrachtet werden – mit entsprechenden Aussagen für kleinere und mittlere Gebietseinheiten, wie z. B. Landkreise. Andere Indikatorensysteme sind auf Räume ab 100 km<sup>2</sup> ausgerichtet und können daher nur für größere Gebietskulissen, wie z. B. Bundesländer, sinnvoll eingesetzt werden. Im Falle der effektiven Maschenweite wird speziell das einseitige Beziehungsverfahren angewandt, das die reale Ausdehnung unzerschnittener Freiräume und Wälder über die betrachteten administrativen Gebietseinheiten hinaus berücksichtigt. Allerdings kann die Verkehrsstärke wegen fehlender Verfügbarkeit flächendeckender Daten in die Berechnungen nicht einfließen.

Eine Korrelationsanalyse zwischen unzerschnittenen Freiräumen und großen zusammenhängenden Wäldern auf der Ebene von Raumordnungsregionen in Deutschland zeigt zwar einen statistisch gesicherten, aber nur mäßigen Zusammenhang ( $R=0,45$ ) (Walz et al., eingereicht). Dies lässt sich erklären, weil solche Waldflächen zwar an große unzerschnittene Räume gebunden sind, andererseits aber zahlreiche große unzerschnittene Räume eine intensive Nutzung (z. B. Landwirtschaft oder Tagebaue) aufweisen.

Bei der zukünftigen Entwicklung des IÖR-Monitors ist die weitere Qualifizierung von freiraumspezifischen Indikatoren geplant, z. B. die Verschneidung der Flächennutzung mit anderen relevanten Rauminformationen (zum Boden oder zu Arten).

## 5 Literatur

Baier, H. (2000): Die Bedeutung landschaftlicher Freiräume für Naturschutzfachplanungen. In: Ssyman, A. [Hrsg.]: Vorrangflächen, Schutzgebietssysteme und naturschutzfachliche Bewertung großer Räume in Deutschland. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, 63, Bonn-Bad Godesberg, S. 101-116.

Baier, H.; Erdmann, F.; Holz, R.; Waterstraat, A. (Hrsg.) (2006): Freiraum und Naturschutz, Berlin, 692 S.

BfN – Bundesamt für Naturschutz (2008): Daten zur Natur 2008, Münster, 368 S.

BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2000): Stadtentwicklung und Städtebau in Deutschland. BBR-Berichte, 5, Bonn, 82 S.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin, 98 S.

- Burkhardt, R. (2004): Empfehlungen zur Umsetzung des § 3 BNatSchG „Biotopverbund“. Naturschutz und Biologische Vielfalt, 2; Bonn-Bad Godesberg.
- Fritz, G. (1984): Erhebung und Darstellung unzerschnittener, relativ großflächiger Wälder in der Bundesrepublik Deutschland. Natur und Landschaft, 59 (7/8), S. 284-286.
- Höltermann, A.; Krug, A. (2011): Editorial. Natur und Landschaft, 86 (6), S. 237.
- Jaeger, J. A. G. (2002): Landschaftszerschneidung. Stuttgart, 447 S.
- Jaeger, J. A. G.; Grau, S.; Haber, W. (2005): Einführung: Landschaftszerschneidung und die Folgen. GAIA, 14, S. 98-100.
- LIKI – Länderinitiative für einen länderübergreifenden Kernindikatorensatz (2006): Kennblätter für die UMK-Indikatoren. Onlinedokument: [http://www.tlug-jena.de/uw\\_raum/umk\\_ind/download/pdf/ind\\_gesamt.pdf](http://www.tlug-jena.de/uw_raum/umk_ind/download/pdf/ind_gesamt.pdf) (Zugriff 17.03.2011).
- Mader, H.-J. (1981): Der Konflikt Straße – Tierwelt aus ökologischer Sicht. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, 22, Bonn-Bad Godesberg, 99 S.
- Ritter, E.-H. (2005): Freiraum/Freiraumschutz. In: Ritter, E.-H. [Hrsg.]: Handwörterbuch der Raumordnung, 4. neu bearb. Aufl., Hannover, S. 336-340.
- Schauer, P. (2006): GIS-gestützte Prognose zur Landschaftszerschneidung im Freistaat Sachsen für das Jahr 2020. Diplomarbeit TU Dresden, Dresden, 126 S.
- Schumacher, U.; Walz, U. (2000): Landschaftszerschneidung durch Infrastrukturtrassen. In: Institut für Länderkunde Leipzig [Hrsg.]: Freizeit und Tourismus. Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland, 10, Heidelberg, S. 132-135.
- Schwarz-von Raumer, H.-G.; Esswein, H. (2006): Technische Anleitung „Effektive Maschenweite“. Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart. Onlinedokument: [http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20280/meff\\_tool.pdf?command=downloadContent&filename=meff\\_tool.pdf](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20280/meff_tool.pdf?command=downloadContent&filename=meff_tool.pdf) (Zugriff 09.08.2011).
- Walz, U.; Schauer, P. (2009): Unzerschnittene Freiräume als Schutzgut? In: Siedentop, S.; Egermann, M. (Hrsg.): Freiraumschutz und Freiraumentwicklung durch Raumordnungsplanung. ARL-Arbeitsmaterial, 349, Hannover, S. 46-70.
- Walz, U.; Schumacher, U. (2010a): Bundesweiter Indikator zum Natur- und Artenschutz sowie zum Landschaftsschutz. Naturschutz und Landschaftsplanung, 42 (7): S. 205-211.
- Walz, U.; Schumacher, U. (2010b): Indikatoren zur Freiraumstruktur sowie zum Landschafts- und Naturschutz. Ausgewählte Ergebnisse des IÖR-Monitors. In: Gotthard Meinel und Ulrich Schumacher (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Berlin: (IÖR-Schriften, 52), S. 201-215.
- Walz, U.; Stratmann, L. (2011): Tabellarische Zusammenfassung der Empfehlungen aus der Planungsexpertise. In: Hänel, K.; Reck, H. (Hrsg.): Prioritätensetzung zur Vernetzung von Lebensraumkorridoren im überregionalen Straßennetz. Naturschutz und Biologische Vielfalt, 108, Bonn-Bad Godesberg, S. 345-353.
- Walz, U.; Krüger, T.; Schumacher, U. (eingereicht): Fragmentierung von Wäldern in Deutschland – Neue Indikatoren zur Flächennutzung. Natur und Landschaft.

## **Prognosen der Flächeninanspruchnahme**





# Das 30-Hektar-Ziel – Flächensparen auf Kosten sozialer und ökonomischer Belange?

*Stefan Siedentop*

## Zusammenfassung

Dem 30-Hektar-Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, wonach die tägliche Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke auf 30 Hektar pro Tag im Jahr 2020 reduziert werden soll, werden häufig negative Nebenwirkungen sozialer und ökonomischer Art unterstellt. Ein übermäßiges Flächensparen könne zu höheren Baulandpreisen und Mieten führen und das Wirtschaftswachstum beeinträchtigen. Ein vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung beauftragtes Forschungsvorhaben hat die möglichen Wirkungen des 30-Hektar-Ziels vor diesem Hintergrund mit einem ökonometrischen Modell (PHANTA RHEI REGIO) untersucht. Die bis 2020 geschätzte Flächeninanspruchnahme wurde dabei normativ gesetzten Flächenausweisungsrechten auf Stadt- und Landkreisebene gegenübergestellt. Im Ergebnis wird keine bundesweite, wohl aber eine regionale Verknappung von Bauland für möglich erachtet. Mit einer nachfragegerechten Allokation von Ausweisungsrechten und einer konsequenten Mobilisierung von Innenentwicklungspotenzialen kann das 30-Hektar-Ziel aber ohne negative soziale und ökonomische Folgen erreicht werden.

## 1 Einführung

Mit der 2002 beschlossenen Nachhaltigkeitsstrategie hat sich die Bundesregierung unter anderem das Ziel gesetzt, die tägliche Inanspruchnahme bislang unbebauter Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke (SuV) von einst über 120 Hektar auf 30 Hektar im Jahr 2020 zu reduzieren (Bundesregierung 2002). Im Jahr 2011 – nahezu zehn Jahre später – ist festzustellen, dass das 30-Hektar-Ziel nur begrenzte Wirksamkeit entfalten konnte. Dies bezieht sich nicht in erster Linie auf die Gegenüberstellung der Soll- mit der Ist-Entwicklung der Flächeninanspruchnahme. Letztere betrug in den Jahren 2006 bis 2009 durchschnittlich 94 Hektar SuV pro Tag und lag damit mindestens „in der Nähe“ des durch das Ziel vorgegebenen Reduktionspfades (Statistisches Bundesamt 2010). Hierbei ist auch zu berücksichtigen, die amtlich ausgewiesenen SuV-Zuwächse in einigen Ländern aufgrund von Katasterbereinigungen als überhöht gelten. Weitaus bedenklicher stimmt vielmehr, dass Bund, Länder und Gemeinden bislang nur bedingt Anstrengungen unternommen haben, das Ziel zu konkretisieren und über ihre Raumentwicklungs-, Bodennutzungs- und Fachpolitiken horizontal und vertikal zu implementieren. Dabei mangelt es mittlerweile nicht mehr an politischen Willenserklärungen, den Flächenverbrauch

zu reduzieren (ein Beispiel ist das „5-Hektar-Ziel“ der nordrhein-westfälischen Initiative „Allianz für die Fläche“). Es ist die mangelnde Verbindlichkeit flächenpolitischer Ziele, die eine überzeugendere Trendwende bislang verhindert hat.

Dass im politischen Raum bislang kein Konsens zum „Wie“ der Umsetzung des 30-Hektar-Ziels erreicht wurde, liegt auch an dessen geringer Akzeptanz nicht nur im kommunalpolitischen Raum. Neben rein interessenpolitisch begründetem Widerstand verweisen nicht wenige Stimmen auf die Gefahr negativer Externalitäten einer mit restriktiven Instrumenten herbeigeführten Reduktion der Flächeninanspruchnahme (siehe z. B. Pfeifer 2005; Jakubowski, Zahrt 2002). Befürchtet werden mögliche Boden- und Mietpreissteigerungen ebenso wie negative wachstums- und beschäftigungspolitische Implikationen. Interessenvertreter des ländlichen Raumes sehen zudem eine strukturpolitische Benachteiligung ländlicher Räume. Angesichts dieser zahlreichen und politisch gewichtigen Einwände scheint es nachvollziehbar, dass viele Experten eine Zielerreichung für nicht möglich bzw. realistisch einschätzen (zuletzt hierzu de Haan et al. 2009).

In welchem Maße das 30-Hektar-Ziel zu einer Verknappung der Baulandverfügbarkeit in lokalen, regionalen oder nationalen Maßstäben führt, war bislang jedoch erst in Ansätzen Gegenstand der Fachdiskussion. Vor diesem Hintergrund hat ein vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung beauftragtes Ressortforschungsprojekt („30-ha-Ziel realisiert – Konsequenzen des Szenarios Flächenverbrauchsreduktion auf 30 ha im Jahr 2020 für die Siedlungsentwicklung“) die bundesweiten und regionalen Wirkungen einer unterstellten Erreichung des 30-Hektar-Ziels untersucht. Dazu wurde die mit dem ökonometrischen Modell PANTA RHEI REGIO geschätzte Flächeninanspruchnahme bis 2020 (siehe den Beitrag von Distelkamp, Ulrich in diesem Band) den normativ gesetzten Flächenausweisungsrechten auf Stadt- und Landkreisebene gegenübergestellt (Distelkamp et al. 2011). In diesem Beitrag werden die Hauptergebnisse dieser Studie vorgestellt. Nach einer kurzen Diskussion der potenziellen Restriktivität des Ziels werden in Abschnitt 2 die Ergebnisse der durchgeführten Modellrechnungen diskutiert. Abschnitt 3 schließt mit einem zusammenfassenden Fazit und einem raumordnungspolitischen Ausblick.

## **2 Baulandverknappung durch das 30-Hektar-Ziel?**

Wären bei einer Erreichung des 30-Hektar-Ziels eine Unterversorgung mit Wohn- und Gewerbebauflächen und damit korrespondierende Nachteile für die Wohnungsversorgung oder die wirtschaftliche Entwicklung zu erwarten? Eine erste Annäherung an diese Frage soll mit einer einfachen Modellrechnung gewagt werden. Nach dem 30-Hektar Ziel könnten zwischen 2010 und 2020 bundesweit etwa 190 000 Hektar SuV in Anspruch genommen werden. Würde angenommen, dass von diesem globalen Ausweisungsvolumen etwa ein Drittel als Gebäude- und Freifläche für Wohnen genutzt

wird, was in etwa dem Mittel der vergangenen Jahre entspricht, stünden etwa 63 000 Hektar Wohnbaufläche zur Verfügung. Bei einer angenommenen – eher geringen – Bebauungsdichte von 25 Wohneinheiten je Hektar Nettowohnbauland könnten bis 2020 jährlich knapp 160 000 Wohnungen auf neu erschlossenen Flächen gebaut werden. Dies entspricht dem mittleren Niveau der Baufertigstellungen in den Jahren 2008 und 2009 und in etwa dem in Prognosen ermittelten jährlichen Neubaubedarf im Bund bis 2020 (Bayern LB 2009; BBSR 2010). Dabei berücksichtigt diese Modellrechnung gar nicht, dass ein Teil der neu gebauten Wohnungen im Innenbereich der Städte und Gemeinden realisiert würde. Orientiert an einer realistischen Innenentwicklungsquote von einem Drittel, könnte demnach eine deutlich höhere Wohnungsbauleistung innerhalb der durch das 30-Hektar-Ziel vorgegebenen Grenzen erreicht werden.

Einer solchen Modellrechnung und der aus ihr abgeleiteten Schlussfolgerung kann allerdings mit Recht entgegengehalten werden, dass Bauland kein überregional gehandeltes Gut ist. Daher wäre es denkbar, dass es in Folge einer drastischen Verringerung der Flächeninanspruchnahme zwar nicht zu einer (rechnerischen) bundesweiten, wohl aber zu einer regionalen Verknappung von Bauland kommen kann. Damit rückt der Verteilungsmechanismus von Flächenausweisungsrechten in den Mittelpunkt des Interesses. Da sich die Bundesregierung aber bei der Formulierung des 30-Hektar-Ziels weder auf einen zeitlichen Pfad der Zielerreichung, noch auf einen räumlichen Verteilungsmodus des bundesweiten Flächenausweisungsvolumens festgelegt hat, mussten im o. g. Forschungsvorhaben in einem ersten Schritt die zeitliche Zielerreichung und die mögliche regionale Verteilung des gesamtstaatlich verfügbaren Flächenausweisungsvolumens festgelegt werden.

Die zeitliche Erreichung des 30-Hektar-Ziels orientiert sich an dem vom Umweltbundesamt formulierten Handlungsziel (Umweltbundesamt 2003), welches davon ausgeht, dass sich die tägliche Inanspruchnahme von SuV im Jahr 2010 auf 80 ha reduziert hat und sich bis 2020 linear auf 30 ha reduzieren wird. Danach würde sich der SuV-Bestand auf etwa 4,97 Mio. ha bis 2020 erhöhen. Das bundesweite Flächenausweisungskontingent würde etwa 190 000 Hektar betragen. Zur räumlichen Allokation dieses Ausweisungsvolumens auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte wurden unterschiedliche Verteilungsschlüssel hinsichtlich ihrer regionalen Verteilungswirkungen untersucht. Ausgewählt wurde schließlich ein Verteilungsschlüssel, welcher die Bevölkerungszahl und die Bodenfläche (Katasterfläche) der Landkreise und kreisfreien Städte in einem Verhältnis von 1 zu 1 einbezieht (zu Details siehe Distelkamp et al. 2011). Neben einer stadt- und landkreisbezogenen Betrachtung wurden die Ausweisungsrechte auch auf Ebene von Raumtypen berechnet. Hierfür wurden die vom BBSR für Zwecke der Raumbeobachtung entwickelten Raumtypen ROB 2010 eingesetzt, welche „sehr zentrale“, „zentrale“, „periphere“ und „sehr periphere“ Räume unterscheiden.

In einem nächsten Schritt wurde die Nachfrage nach Bauland modellbasiert geschätzt. In einem Status-quo-Szenario, welches unterstellt, dass es nicht zu weitergehenden Bemühungen des Flächensparens kommen wird, würde das 30-Hektar-Ziel klar verfehlt. Unter der Annahme vergleichsweise günstiger demographischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen wurde für 2020 eine geschätzte Flächeninanspruchnahme von über 60 Hektar pro Tag errechnet. Selbst unter der Annahme eines deutlich schwächeren Wirtschaftswachstums und einer geringeren Außenzuwanderung (Stagnationsszenario) würde die tägliche Flächeninanspruchnahme nicht unter einen Wert von 50 Hektar sinken (ausführlich hierzu Distelkamp et al. 2011).

Tabelle 1 zeigt ausschnittshafte Ergebnisse der Modellierungen für die SuV-Unterkategorie „Gebäude- und Freifläche“ (GFF) im Status-quo-Szenario. Im Zeitraum 2016 bis 2020 dürften bei unterstellter Erreichung des 30-Hektar-Ziels bundesweit etwa 42 300 ha GFF in Anspruch genommen werden. Mit der geschätzten Flächennachfrage nach Wohn- und Nichtwohnflächen im gleichen Zeitraum (ca. 51 000 ha) müsste bundesweit auf eine Ausweisung von fast 9 000 Hektar GFF verzichtet werden. Im Bundesmittel entspricht dieser Anpassungsbedarf einem Fünftel des zulässigen Flächenausweisungsvolumens. In den „zentralen“ Räumen – dies sind die die Stadtregionen umgebenden suburbanen Gebiete – würde der Fehlbedarf an GFF sogar fast zwei Drittel betragen, gemessen am verfügbaren Ausweisungsvolumen (Abb. 1). In den peripheren, sprich ländlichen, Räumen sind dagegen keine gravierenden Fehlbedarfe anzunehmen. Für den Zeitraum nach 2020 erwarten die modellbasierten Schätzungen sogar einen noch höheren Fehlbedarf an GFF, dessen grundsätzliches räumliches Muster aber ähnlich zum vorangegangenen Bilanzzeitraum ausfällt (Abb. 1). Auch hier wären die suburbanen Gebiete („zentral“) am stärksten von einer Zielüberschreitung betroffen; mit anderen Worten, hier müssten am meisten Flächen eingespart werden.

Tab. 1: Nationale und regionale Ergebnisse für die Dimension des Anpassungsbedarfs in den Jahren 2016 bis 2020 bei den Gebäude- und Freiflächen (Quelle: Distelkamp et al. 2011)

Indikator	Bundesgebiet	Raumtyp ROB 2010			
		sehr zentral	zentral	peripher	sehr peripher
Erwartete Flächeninanspruchnahme (ha)	51 090	13 650	21 710	14 340	1 390
Maximal zulässige Flächeninanspruchnahme (ha)	42 270	11 870	13 240	13 950	3 210
Fehlbedarf in %	21	15	64	3	-57
Anzahl der Kreise mit Fehlbedarf	210 von 413	53 von 107	93 von 145	61 von 138	3 von 23

Die somit in einigen Regionen mögliche Verknappung baulicher Nutzflächen im Zuge der Erreichung des 30-Hektar-Ziels kann mit negativen Konsequenzen auf die Wohnbautätigkeit und die Boden- und Mietpreise verbunden sein. Danach würden die Bautätigkeit in betroffenen Gebietskörperschaften zurückgehen und Mietpreise ansteigen. Nach den im Forschungsvorhaben durchgeführten Analysen dürften diese Effekte aber eher moderat ausfallen. Allerdings kann es für diejenigen Haushalte, die bereits heute einen besonders hohen Teil ihres Konsumbudgets auf Wohnungsmieten verwenden (z. B. Haushalte mit niedrigem Einkommen, Alleinlebende, Alleinerziehende) zu spürbaren Mehrbelastungen kommen.

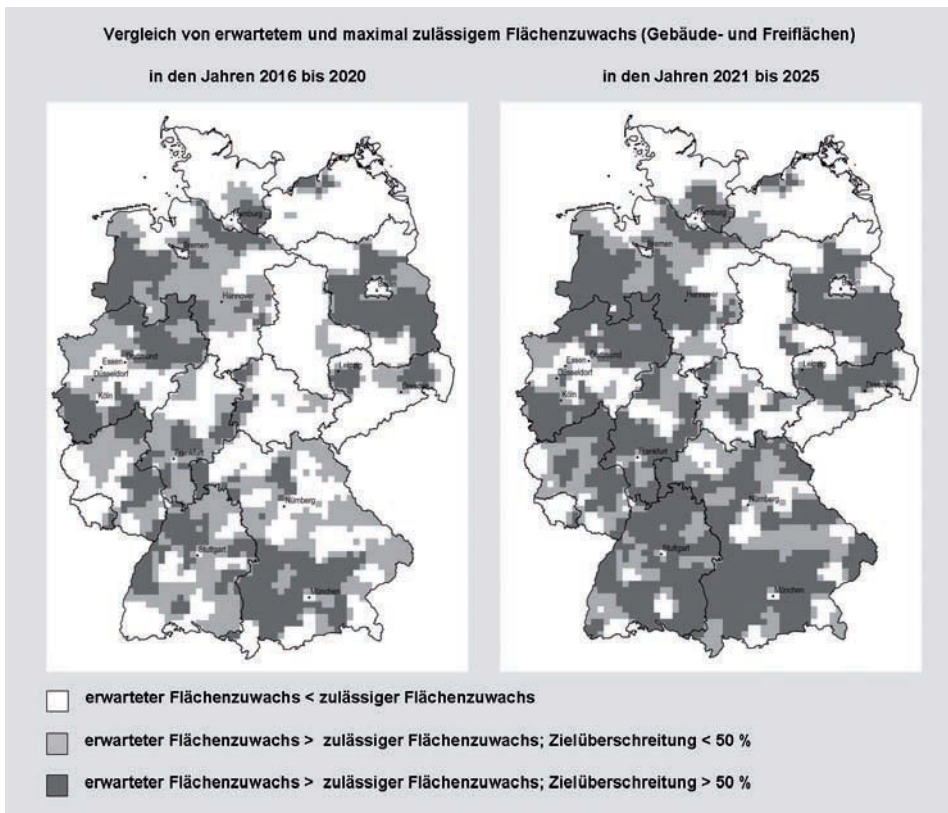


Abb. 1: Regionale Verteilung der Anpassungserfordernisse unter Status-quo-Bedingungen (Quelle: Distelkamp et al. 2011)

Die Studie von Distelkamp et al. (2011) nahm eine Verteilung des bundesweiten Flächenausweisungsvolumens vor, die sich an Kriterien der Gerechtigkeit und politischen Akzeptanz orientierte, nicht aber an möglichen regionalen Disparitäten der Nachfrage nach baulichen Nutzflächen. Somit kann festgehalten werden, dass eine mit einem normativ festgelegten Schlüssel vorgenommene Verteilung von Ausweisungsrechten auf dezentrale Gebietskörperschaften zu teilräumlichen Verknappungstendenzen führen

kann, wenn eine nachfragegerechte Allokation von Ausweisungsrechten nicht erreicht wird.

Im Rahmen der Umsetzung des 30-Hektar-Ziels kommt es damit entscheidend darauf an, Flächenausweisungsrechte so im Gesamtstaat zu verteilen, dass es nicht zu verzerrten Angebots-Nachfragerelationen auf den Baulandmärkten kommen kann. Einen gegenüber starren Zuteilungsmechanismen geeigneten Ansatz bieten diesbezüglich Allokationsmodelle, die eine Flexibilität durch den Transfer und/oder Handel von Ausweisungsrechten ermöglichen. Das seit einigen Jahren intensiv diskutierte Modell handelbarer Flächenausweisungsrechte geht von einem „gedeckelten“ Ausweisungsrahmen neuer SuV aus, dessen Umfang sich aus dem 30-Hektar-Ziel ableiten lässt. Der somit begrenzte Ausweisungsrahmen wird bevölkerungsproportional oder nach einem anderen Verteilungsschlüssel auf dezentrale Gebietskörperschaften verteilt, welche mit ihren Flächenkontingenten untereinander handeln können („Flächenbörse“). Gebietskörperschaften mit höheren Anpassungskosten können Kontingente von anderen Kommunen auf einem Zertifikatemarkt erwerben (siehe z. B. Bizer et al. 2011; Köck et al. 2008). Damit könnte die Gefahr der Entstehung regionaler Baulandknappheit entscheidend gemindert werden, indem Regionen mit überdurchschnittlicher Flächennachfrage und Baukonjunktur in der Lage wären, in ausreichendem Maße Zertifikate zu erwerben.

### 3 Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens „30-ha-Ziel realisiert“ haben unterstrichen, von welcher hohen Bedeutung eine Konkretisierung des 30-Hektar-Ziels ist. Hält die Bundesregierung an dem Ziel fest, so muss sie mit den Bundesländern eine Operationalisierung im obigen Sinne aushandeln. Nur dann kann das Ziel Lenkungswirkungen auf regionaler und lokaler Ebene entfalten (Einig 2006). In diesem Diskurs sollte unfundierten Urteilen hinsichtlich möglicher Baulandverknappung und ihrer Wirkungen mit aller Deutlichkeit entgegengetreten werden. Das 30-Hektar-Ziel ist angesichts der veränderten demographischen Perspektiven wie auch mit Blick auf die enormen Siedlungspotenziale im Bestand erreichbar. Gelingt eine nachfragegerechte Allokation von Flächenausweisungsrechten, gekoppelt an eine konsequente Mobilisierung von Innenentwicklungspotenzialen, wird solche Zielerreichung auch ohne negative Wirkungen auf die Wohnungsversorgung oder die wirtschaftliche Prosperität in Deutschland möglich sein. Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass die Erreichung des 30-Hektar-Ziels auch positive Wirkungen entfalten würde, die im o. g. Forschungsvorhaben nicht näher untersucht werden konnten. Zu nennen sind hier in allererster Linie die Schonung wertvoller Bodenressourcen, Entlastungen bei den Infrastrukturkosten oder die Vermeidung höherer Energieverbräuche in Folge der Entstehung disperser Siedlungsstrukturen.

Wenn in Zukunft eine Fortschreibung und Weiterentwicklung des 30-Hektar-Ziels anstehen, sollten die veränderten demographischen und raumstrukturellen Rahmenbedingungen seit Anfang der 2000er Jahre in Rechnung gestellt werden. In diesem Kontext ist neu zu verhandeln, wie viel Bauland eine demographisch schrumpfende Gesellschaft wirklich benötigt. Wenn das Ziel der Erhaltung einer kompakten, infrastruktur- und ressourceneffizienten Siedlungsstruktur ernsthaft verfolgt werden soll, spricht vieles für eine mittelfristige „Netto-Null-Politik“, die eine Expansion der Siedlungs- und Verkehrsfläche nur noch in Regionen mit nachweisbarem Wachstumsdruck und Baulandmangel zulässt.

## 4 Literatur

- Bayern LB (2009): Deutschland bis 2040. Langfristige Trends und ihre Bedeutung für den Immobilienmarkt. München.
- BBSR (2010): Wohnungsmärkte im Wandel. Zentrale Ergebnisse der Wohnungsmarktprognose 2025. BBSR-Berichte kompakt 1/2010. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.
- Bizer, K.; Einig, K.; Köck, W.; Siedentop, S. (Hrsg.) (2011): Raumordnungsinstrumente zur Flächenverbrauchsreduktion. Handelbare Flächenausweisungsrechte in der räumlichen Planung. Baden-Baden: Nomos.
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin.
- De Haan, G. et al. (2009): Nachhaltige Flächennutzung 2020. Ergebnisse zum Expertendelphi. Berlin: Freie Universität: <http://www.its-transfer.de/index.php/aktuelles> (letzter Zugriff am 10.08.11).
- Distelkamp, M.; Mohr, K.; Siedentop, S.; Ulrich, P. (2011): 30-ha-Ziel realisiert. Konsequenzen des Szenarios Flächenverbrauchsreduktion auf 30 ha im Jahr 2020 für die Siedlungsentwicklung. Reihe Forschungen, Band 148. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Bonn.
- Einig, K. (2006): Von der Kunst des Kuchenteilens. Die Umsetzung des Flächenreduktionsziels in Deutschland. In: GAIA, Jg. 15, Heft 3, S. 185-186.
- Jakubowski, P., Zarth, M. (2002): Wie vertragen sich Flächenschutz und Beschäftigungsziel? In: Wirtschaftsdienst, Jg. 82, H. 11, S. 675-683.
- Köck, W.; Bizer, K.; Siedentop, S.; Einig, K. (Hrsg.) (2008): Handelbare Flächenausweisungsrechte – Anforderungsprofil aus ökonomischer, planerischer und juristischer Sicht. Baden-Baden: Nomos.
- Pfeiffer, U. (2005): Umwidmung von Naturflächen – konzeptionelle Probleme. Kurzfassung eines Gutachtens für das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Bonn.
- Statistisches Bundesamt (2010): Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche: 94 Hektar pro Tag. Pressemitteilung Nr. 358 vom 06.10.2010. Wiesbaden.
- Umweltbundesamt (2003): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr – Materialienband. UBA-Texte 90/03. Berlin.





# Modellgestützte Projektion der Flächeninanspruchnahme in den Kreisen Deutschlands bis 2020

*Martin Distelkamp, Philip Ulrich*

## Zusammenfassung

Die modellbasierte Ableitung von Trends und Wirkungszusammenhängen im Kontext der Flächeninanspruchnahme ermöglicht eine fundierte Auseinandersetzung mit der Zukunft der Flächennutzung und eine Beurteilung von politischen Handlungsoptionen. Das Modell PANTA RHEI REGIO bildet die Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche im demografischen und ökonomischen Kontext auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte in Deutschland ab. Es modelliert überwiegend nachfrageseitige Einflussfaktoren und ermöglicht Projektionen bis 2025. Grundlegende Arbeit für die Realisierung und Weiterentwicklung des ökonometrischen Modells ist die empirische Fundierung, u. a. mit der Flächennutzungsstatistik. Diese bildet eine entscheidende Grundlage, erfordert jedoch eine gesonderte Auseinandersetzung mit vorhandenen Ungenauigkeiten und Unplausibilitäten.

## 1 Grundzüge der Modellierung

Die Projektion der Flächeninanspruchnahme in Deutschland auf Grundlage des Modells PANTA RHEI<sup>1</sup> kann inzwischen auf einen langjährigen Erfahrungsschatz zurückgreifen. Waren anfangs die Analysen und Projektionen noch auf die nationale Ebene beschränkt (Ahlert et al. 2004), so zeigte sich doch bereits frühzeitig, dass die Flächenthematik der Berücksichtigung des Raums als zentraler Analyseeinheit bedarf. Im Rahmen des Förderschwerpunkts REFINA wurde vor diesem Hintergrund erstmals eine flächendeckende Modellierung der Systemzusammenhänge für alle Landkreise und kreisfreien Städte Deutschlands entwickelt: das Modell PANTA RHEI REGIO (Distelkamp et al. 2010). Eine aktualisierte Version des Modells war zuletzt eine der Grundlagen eines BBSR-Forschungsprojektes zu den Auswirkungen einer Erreichung des 30-Hektar-Ziels (Distelkamp et al. 2011).

Die Grundlagen des Modells liegen in der Identifizierung überwiegend nachfragebezogener Einflussfaktoren (z. B. Kaufkraftentwicklung, Wirtschaftswachstum, sektoraler Strukturwandel, Demographie inkl. Außen- und Binnenwanderung) sowie von Preiseinflüssen und deren konsequente Verknüpfung mit zu erwartenden gesamtwirtschaftlichen und regionalen Entwicklungen. Weitere angebotsseitige Faktoren wie bei-

<sup>1</sup> PANTA RHEI ist eine zur Analyse umweltökonomischer Fragestellungen erweiterte Version des makroökonomischen Simulations- und Prognosemodells INFORGE der GWS mbH. Der Name, der eine Reflexion des griechischen Philosophen Heraklit zitiert („alles fließt“), ist Programm.

spielsweise die positivplanerische Regulierung sind hingegen nicht expliziter Gegenstand der Modellierungen. Da diese Faktoren jedoch in den Vergangenheitswerten zur Entwicklung der Flächeninanspruchnahme in den Jahren 1997 bis 2008 ihren Niederschlag finden, sind sie implizit auch in den Parametern eines ökonomischen Modells wie PANTA RHEI REGIO enthalten.

Die modellgestützte Analyse und Projektion der Flächeninanspruchnahme erfolgt durch eine konsistente Integration in das umweltökonomische Modell PANTA RHEI, bzw. dessen ökonomischen Kern INFORGE. Hierdurch kann sowohl für die Historie als auch für den Projektionshorizont auf einen sehr umfangreichen und detaillierten ökonomischen Datensatz zurückgegriffen werden. Demografische Entwicklungen sind zentrale exogene Vorgaben an das System. Ausgangshypothese der empirischen Arbeiten ist, dass die Flächeninanspruchnahme neben angebotsseitigen Faktoren auch durch die Nachfrage im Wohnbau (Wohnpräferenzen und Demographie), den Flächenbedarf der Wirtschaft, die tendenziell steigenden Verkehrsleistungen und die Preisentwicklungen auf den Bodenmärkten bestimmt wird.

Im Hinblick auf Philosophie und Struktur des Modells ist insbesondere zu betonen, dass die Flächeninanspruchnahme sowohl in der räumlichen Dimension als auch in Bezug auf die unterschiedlichen Flächennutzungsarten innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV-Fläche) das Ergebnis einer expliziten Bottom-up-Struktur ist.

Die Entwicklung der Gebäude- und Freifläche (GF-Fläche) Wohnen ist in erster Linie in Abhängigkeit von demografischen Faktoren (inklusive Binnenwanderung), der Entwicklung der Kaufkraft der privaten Haushalte und den Bodenpreisen modelliert. Die Entwicklung der Wirtschaftsflächen (Gebäude- und Freiflächen ohne Wohnen, Betriebsflächen ohne Abbauand) wird hingegen nicht nur auf die allgemeine Wachstumsdynamik

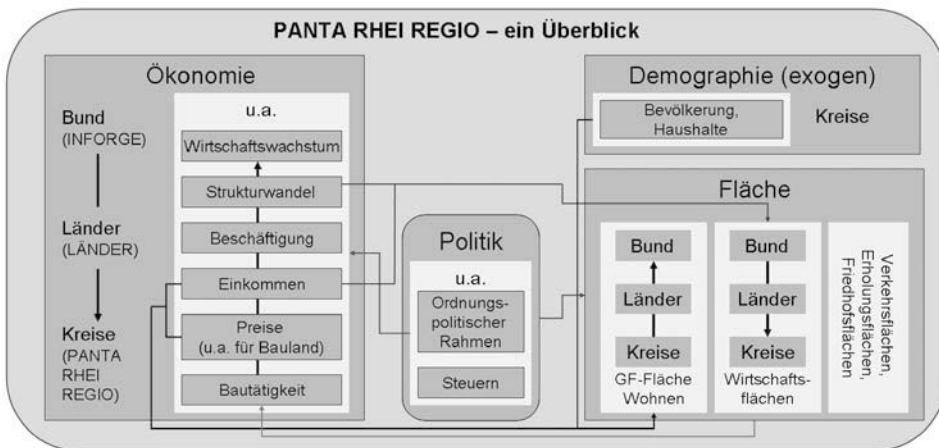


Abb. 1: PANTA RHEI REGIO – ein umweltökonomisches Modell zur Analyse und Projektion der Flächeninanspruchnahme in Deutschland (Quelle: Eigene Darstellung)

im jeweiligen Kreis zurückgeführt, sondern nimmt insbesondere auch die Entwicklungen auf sektoraler Ebene in den Fokus. Auch die Flächennutzungsarten „Erholungsflächen“, „Verkehrsflächen“ und „Friedhofsflächen“ werden in PANTA RHEI REGIO auf Kreisebene analysiert und projiziert. Hier bleibt jedoch deutlich zu machen, dass die empirische Fundierung teilweise an ihre Systemgrenzen stößt und somit die entsprechenden Projektionsergebnisse eine geringere Aussagekraft haben.

Einen Überblick zu den wichtigsten in PANTA RHEI REGIO enthaltenen Systemzusammenhängen gibt Abbildung 1.

Mit der Bottom-up-Struktur des Modellansatzes geht eine Reihe von zentralen Herausforderungen einher:

- Die Projektion der Flächeninanspruchnahme bedarf nicht nur einer detaillierten, wissenschaftlich fundierten, mittel- bis langfristigen Projektion volkswirtschaftlicher Größen auf nationaler Ebene, sondern auch entsprechende modellbasierte Projektionsergebnisse auf regionaler Ebene. Die Erstellung dieser Grundlagen ist Aufgabe der ökonomischen Module INFORGE, LÄNDER und REGIO innerhalb des Modellsystems PANTA RHEI REGIO.
- Selbiges gilt für die demografischen Entwicklungen, die dem Modellsystem als zentrale exogene Information vorgegeben werden.
- Die Modellierung und Projektion muss auf allen Informationsebenen stets für alle Landkreise und kreisfreien Städte Deutschlands erfolgen. Ein Ausschluss von „Problemfällen“, beispielsweise aufgrund suboptimaler Datenlage in der Historie, ist nicht möglich.

Die erwähnten „Problemfälle“ entstehen in erster Linie aufgrund von Datengrundlagen in den dem Modell zugrunde liegenden statistischen Informationen zur historischen Entwicklung der Flächennutzung. Wie im Folgenden gezeigt wird, ist hierbei nicht nur die Nutzungsart Erholungsfläche betroffen, sondern selbst im Bereich der GF-Flächen Wohnen ist der Nutzung der Datengrundlagen im Rahmen eines ökonometrischen Modells eine intensive Beschäftigung mit der Datenqualität voran zu stellen.

## 2 Datengrundlagen

Die Erfassung der nicht-landwirtschaftlichen Flächennutzung durch die amtliche Statistik ermöglicht es, die Einflussgrößen der Siedlungsentwicklung zu untersuchen. Von großer Bedeutung ist dabei eine Untergliederung in unterschiedliche Flächennutzungsarten innerhalb der Siedlungsareale. Auch ist es wichtig, regionale Unterschiede herausarbeiten zu können. Die Beobachtung der Flächennutzung über eine lange Zeit ermöglicht es, Wirkungszusammenhänge und Trends abzuleiten. Mit der „Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung“ liegt eine Fachstatistik vor, die eine modellgestützte Analyse im

ökonomischen und demographischen Kontext erst ermöglicht. Dennoch bleiben auch über 30 Jahre nach der ersten systematischen Erfassung nicht-landwirtschaftlicher Flächennutzung in Deutschland für empirisch arbeitende Forscher viele Wünsche offen.

Die zeitliche Verfügbarkeit und Auswertbarkeit hat sich seit der Einführung der jährlichen Erhebung der Siedlungs- und Verkehrsflächen (SuV-Flächen) verbessert. Auch bei der Unterscheidung von Flächennutzungsarten (FNA) wurde die Verfügbarkeit von Daten (nicht nur in den neuen Bundesländern) sukzessive verbessert. Beispielsweise steht die Nutzung von Gebäude- und Freiflächen (GF-Flächen) durch „Gewerbe, Industrie“ inzwischen flächendeckend zur Verfügung. Bei der Analyse sachlogischer Zusammenhänge ist es jedoch weiterhin hinderlich, dass „gewerbliche“ Flächen sowohl dieser Nutzungsart aber auch zu „Handel und Dienstleistungen“ zugeordnet werden können. Abgesehen von den Schwierigkeiten, die sich bei der Erhebung vor Ort ergeben, ist es für die Datenauswertung besonders schwierig, die Flächennutzung mit wirtschaftsstrukturellen Gegebenheiten zu verschneiden bzw. den Wandel zu analysieren. Die optimale Flächennutzungserhebung aus Sicht von Systemanalytikern würde sich wohl an den Nutzern von Flächen orientieren und weniger am äußeren Erscheinungsbild. Eine große Bereicherung ist diesbezüglich die Arbeit der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, welche die FNA der Siedlungsfläche den Produktionsbereichen und den privaten Haushalten zuordnet (Statistisches Bundesamt 2010, 81 ff.).

Die dritte Dimension – die räumliche – ist in der Flächennutzungsstatistik für administrative Einheiten ebenso gut verfügbar. Im Idealfall gibt die Veränderung zwischen zwei Zeitpunkten für alle räumlichen Einheiten und Flächennutzungsarten die Flächeninanspruchnahme wieder. Kommt es hingegen im Zeitablauf zu Anpassungen in den Erhebungspraktiken (z. B. Umschlüsselungen), so gilt dies nicht mehr. Bei der Analyse von bundesweiten, regional gegliederten Datensätzen treten aus diesem Grund bereits auf Ebene der Bundesländer viele Probleme auf (vgl. auch Dosch, Beckmann 2010). Mit der Einführung von ALKIS sind im Bezug auf die Verfügbarkeit und Auswertbarkeit der Daten mittel- bis langfristig jedoch deutliche Verbesserungen zu erhoffen (vgl. Deggau 2009).

Aufgrund der bereits erwähnten Limitationen der amtlichen Flächenerhebung ist die Gegenüberstellung von Flächennutzungsdaten mit Daten anderer Fachstatistiken mit großen Herausforderungen verbunden. Dieser Abgleich ist jedoch unverzichtbar um Flächenkennziffern und Nutzungsintensitäten zu ermitteln. Damit sind alle Indikatoren gemeint, die Flächendaten mit ökonomischen Informationen (z. B. Wohngebäudebestand, Bauinvestitionen, Bruttowertschöpfung der Wirtschaftsbereiche) ins Verhältnis setzen und damit eine Flächenmodellierung auf Grundlage eines umweltökonomischen Modells erst möglich machen.

Im Folgenden werden beispielhaft Flächenkennziffern für den Wohnungsbau diskutiert (vgl. Tab. 1):

In Spalte 1 ist die GF-Fläche Wohnen je Wohngebäude (in m<sup>2</sup>) dokumentiert, die sich durch Gegenüberstellung der Flächenstatistik auf Kreisebene mit den Ergebnissen der Fortschreibung des Wohngebäudebestandes für das Jahr 2009 ergeben. Dieser Indikator bildet in Westdeutschland das zu erwartende Gefälle der Grundstücksgrößen zwischen überwiegend städtischen und ländlichen Räumen ab. In den neuen Bundesländern gilt dies jedoch nur bedingt. Plausibler erscheinen hier die Relationen zwischen den Raumtypen in Spalte 2.

Dort sind die bebauten Flächen ohne Gewerbe und Industrie lt. IÖR-Monitor dem Wohngebäudebestand gegenübergestellt. Da der Indikator des IÖR neben Wohnbauflächen auch Flächen gemischter Nutzung und Flächen besonderer funktionaler Prägung umfasst sind diese Kennziffern vom Niveau her jedoch durchgehend höher als in Spalte 1.

In Spalte 3 finden sich Flächenkennziffern dokumentiert, welche die Veränderung der GF-Fläche Wohnen der Veränderung des Wohngebäudebestandes gegenüberstellt. Die dokumentierten Werte beziehen sich auf den Zeitraum von 2004-2008. Hierbei handelt es sich um diejenigen Flächenkennziffern die idealtypischerweise Grundlage der Analysen und Projektionen der Flächeninanspruchnahme auf Grundlage eines regionalökonomischen Modells sein sollten. Es zeigt sich jedoch insbesondere für die neuen Bundesländer, dass offensichtlich spezifische Faktoren der Flächenerhebung stark die Prozesse überlagern, welche mit Strukturen und Trends bezüglich der Wohnbauaktivitäten zu tun haben. Es wird deutlich, dass die GF-Fläche Wohnen häufig Ziel von „Flächenmigration“ ist und in sich verändernder Weise erfasst wird. Aber selbst im Hinblick auf die Flächenkennziffern für die Kreise Westdeutschlands verbleibt eine Skepsis im Hinblick auf den Aussagegehalt, wenn man bedenkt, dass die dokumentierten Werte Durchschnittsangaben darstellen und in vielen Regionen Innenentwicklung stattfindet.

Tab. 1: Gegenüberstellung von Flächenkennziffern für den Wohnungsbau (Daten: Statistisches Bundesamt, Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor); eigene Berechnungen)

Flächen pro Wohngebäude (in m <sup>2</sup> )		Bestand 2009, amtl. Statistik (1)	Bestand 2009, IÖR-Monitor (2)	Neubau 2005-2008 (3)
Deutschland		657	1 231	886
Gruppe	Raumtyp, Besiedlung			
West	überwiegend städtisch	557	895	632
	teilweise städtisch	695	1 176	1 122
	ländlich	781	1 494	1 347
Ost	überwiegend städtisch	549	1 161	1 202
	teilweise städtisch	476	1 535	4 020
	ländlich	655	1 686	-549

Die beispielhafte Darstellung von Flächenkennziffern für den Wohnungsbau verdeutlicht, dass für eine Analyse und Projektion der Flächeninanspruchnahme eine Plausibilitätsprüfung und intensive Auseinandersetzung mit der Datenqualität im Hinblick auf die Eingangsdaten zur historischen Flächenentwicklung unabdingbar ist.<sup>2</sup>

### 3 Fazit und Ausblick

Die flächendeckende modellgestützte Projektion der Flächeninanspruchnahme für alle Landkreise und kreisfreien Städte Deutschlands stellt einen Spagat zwischen dem berechtigten Interesse an entsprechenden Modellergebnissen und der Machbarkeit unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten dar. Mit den Analysen und Modellierungen im Rahmen von PANTA RHEI REGIO konnten diesbezüglich in den letzten Jahren jedoch entscheidende Fortschritte erzielt werden. Es ist zu konstatieren, dass „die auf Basis von PANTA RHEI REGIO generierten Projektionen zur zukünftigen Flächeninanspruchnahme [...] keinesfalls als Punktprognosen zu interpretieren [sind], sondern [...] empirisch begründete Entwicklungstendenzen auf[zeigen], die einen fundierten Dialog über zukünftige Herausforderungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Flächennutzung ermöglichen“ (Henger et al. 2010, 302).

Als potenzieller Engpassfaktor erweist sich nach wie vor die Verfügbarkeit von Flächennutzungsdaten. Auch wenn sich diesbezüglich die Informationslage insbesondere seit 2000 schrittweise verbessert hat, so mangelt es noch an flächendeckenden Zeitreiheninformationen, die im Hinblick auf ihren Detailgrad, ihre intertemporale Vergleichbarkeit und den dokumentierten Zeitraum den Anforderungen aus Sicht eines empirisch fundierten umweltökonomischen Modells genügen.

Aktuelle Modellläufe des Systems zeigen, dass in Zukunft mit einer weiter rückläufigen Tendenz der Flächeninanspruchnahme zu rechnen ist. Unter Status-Quo-Bedingungen wird bis zum Jahr 2020 ein Rückgang des SuV-Wachstums auf etwa 63 Hektar pro Tag erwartet. Auch wenn insbesondere im Hinblick auf die Flächeninanspruchnahme von GF-Flächen gegenüber den historischen bereinigten Werten deutliche Abnahmen projiziert werden, so bleibt doch zu konstatieren, dass in allen Raumtypen mit weiterhin stark rückläufigen Siedlungsdichten zu rechnen ist.

### 4 Literatur

Ahlert, G.; Klann, U.; Lutz, C.; Meyer, B.; Wolter, M. I. (2004): Abschätzung der Auswirkungen alternativer Bündel ökonomischer Anreizinstrumente zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme – Ziele, Maßnahmen, Wirkungen. Gutachten im Auftrag des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Osnabrück.

<sup>2</sup> Die ersten Ansätze dieser Plausibilisierung gehen auf die Analyse von Einflussfaktoren der Neuinanspruchnahme von Flächen (Siedentop et al. 2009) zurück. Im Rahmen des Projektes „30 ha realisiert“ wurde das Verfahren in abgewandelter Form wieder angewandt (Distelkamp et al. 2011).

- Deggau, M. (2009): Die amtliche Flächenstatistik – Grundlage, Methode, Zukunft. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte – Indikatoren – Statistik, Aachen, S. 3-15.
- Distelkamp, M.; Hohmann, F.; Lutz, C.; Ulrich, P.; Wolter, M. I. (2010): Perspektiven für eine nachhaltige Flächennutzung – Ansätze und (erste) Ergebnisse des regionalisierten umweltökonomischen Modells PANTA RHEI. In: Frerichs, S.; Lieber, M.; Preuß, T. (Hrsg.): Flächen- und Standortbewertung für ein nachhaltiges Flächenmanagement – Methoden und Konzepte. Beiträge aus der REFINA-Forschung/Reihe REFINA Band V, Berlin, S. 44-55.
- Distelkamp, M.; Ulrich, P.; Siedentop, S.; Mohr, K. (2011): 30-ha-Ziel realisiert – Konsequenzen des Szenarios Flächenverbrauchsreduktion auf 30 ha im Jahr 2020 für die Siedlungsentwicklung. Forschungen, Heft 148, Bonn.
- Dosch, F.; Beckmann, G. (2010): Regionalisierte Trends der Flächeninanspruchnahme – Anforderungen an ein qualifiziertes Monitoring. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring II. Konzepte – Indikatoren – Statistik. IÖR Schriften, Band 52, Dresden, S. 19-35.
- Henger, R.; Schröter-Schlaack, C.; Ulrich, P.; Distelkamp, M. (2010): Flächeninanspruchnahme 2020 und das 30-ha-Ziel: Regionale Verteilungsschlüssel und Anpassungserfordernisse. Raumforschung und Raumordnung, 68(4), S. 297-309.
- Siedentop, S.; Junesch, R.; Strasser, M.; Samaniego, L.; Weinert, J. (2009): Einflussfaktoren der Neuinanspruchnahme von Flächen. Forschungen, Heft 139, Bonn.
- Statistisches Bundesamt (2010): Umweltnutzung und Wirtschaft – Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2010. Wiesbaden.





# Gewerbeflächenprognosen – Methodische Zugänge und Forschungsbedarf

Karsten Rusche, Alexander Mayr<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Der anhaltende Flächenbedarf für Gewerbeflächen und überalterte Methoden der Bedarfsberechnung machen die Entwicklung eines neuen Prognoseverfahrens notwendig. Dieser Beitrag stellt die aktuellen Methoden zur Erstellung von Gewerbeflächenprognosen dar und zeigt Schwächen auf. Darauf aufbauend werden mögliche neue Wege und Ansätze zu einer differenzierten Bedarfsermittlung herausgearbeitet.

## 1 Gewerbeflächenprognosen zwischen Wunsch und Wirklichkeit

Vor nunmehr drei Jahrzehnten wurde das Gewerbe- und Industrieflächenprognose-Modell GIFPRO zum ersten Mal veröffentlicht (Stark et al. 1981) und erfreut sich, insbesondere seit der Vereinfachung im Jahr 1985 (Wuschansky 1985), einer weit verbreiteten Anwendung. Die damals aus empirischen Analysen abgeleiteten Kennziffern und Quoten, die den Kern der Prognose bilden, werden weitgehend bis heute angewendet und nur selten den aktuellen und insbesondere lokalen Gegebenheiten angepasst. Gleichzeitig erhöhten sich permanent die Anforderungen an eine adäquate Gewerbeflächenprognose. Die Tertiärisierung der Wirtschaft führt zusammen mit einem regional differenzierten funktional-strukturellen Wandel zu einer Erhöhung der Komplexität interkommunaler Zusammenhänge. Daher steigt nicht nur der Anspruch an die Genauigkeit und Zuverlässigkeit, sondern auch an den Differenzierungsgrad der Prognosemethode.

Das Standard-GIFPRO wird den so definierten Anforderungen kaum mehr gerecht, so dass aktuell Ansätze für Weiterentwicklungen diskutiert werden. Doch können solche Erweiterungen und Aktualisierungen den neuen Anforderungen genügen? Welche alternativen Methoden stehen Wissenschaft und Praxis zur Verfügung? Welche methodischen Ansätze sollten zukünftig verfolgt werden?

Der vorliegende Beitrag versucht sich diesen Fragen zu nähern und Forschungsbedarf zur Verbesserung der Prognose von Gewerbeflächenbedarfen herauszuarbeiten.

---

<sup>1</sup> Die Autoren möchten an dieser Stelle Dr. Bernd Wuschansky und Stefan Kaup für wertvolle Hinweise und Diskussionen danken.

## 2 Methodik der Bedarfsermittlung

Allgemein basieren Gewerbeflächenprognosen auf der Modellierung von Marktgeschehen und können somit angebotsorientiert oder nachfrageorientiert aufgebaut sein.

Durchgesetzt haben sich (arbeits-)nachfrageorientierte Prognosen. Dabei wird der Bedarf aus der Beschäftigtenzahl geschätzt. Zu unterscheiden sind verschiedene Varianten: Entweder wird der Flächenbedarf unmittelbar aus der prognostizierten Beschäftigtenzahl unter Anwendung von Flächenkennziffern ermittelt oder es erfolgt eine anlassbezogene Bedarfsberechnung, die sich an den Statuswechseln von Unternehmen orientiert (Neugründung, Erweiterung, Verlagerung, Schließung) (vgl. Zwicker-Schwarm et al. 2010a, 36 f.). In diesen Modellen werden häufig Trendextrapolationen zur Bestimmung der zukünftigen Flächennachfragemuster genutzt. Dabei wird angenommen, die vergangene oder aktuelle Entwicklung werde sich in Zukunft gemäß einem gesetzten Trend fortsetzen.

Das bedeutendste in der Bundesrepublik von Planungsbehörden und -büros benutzte Verfahren zur Gewerbeflächenprognose ist die sogenannte GIFPRO-Methode (Gewerbe- und Industrieflächenprognose). Sie wurde 1981 erstmals durch das Institut für

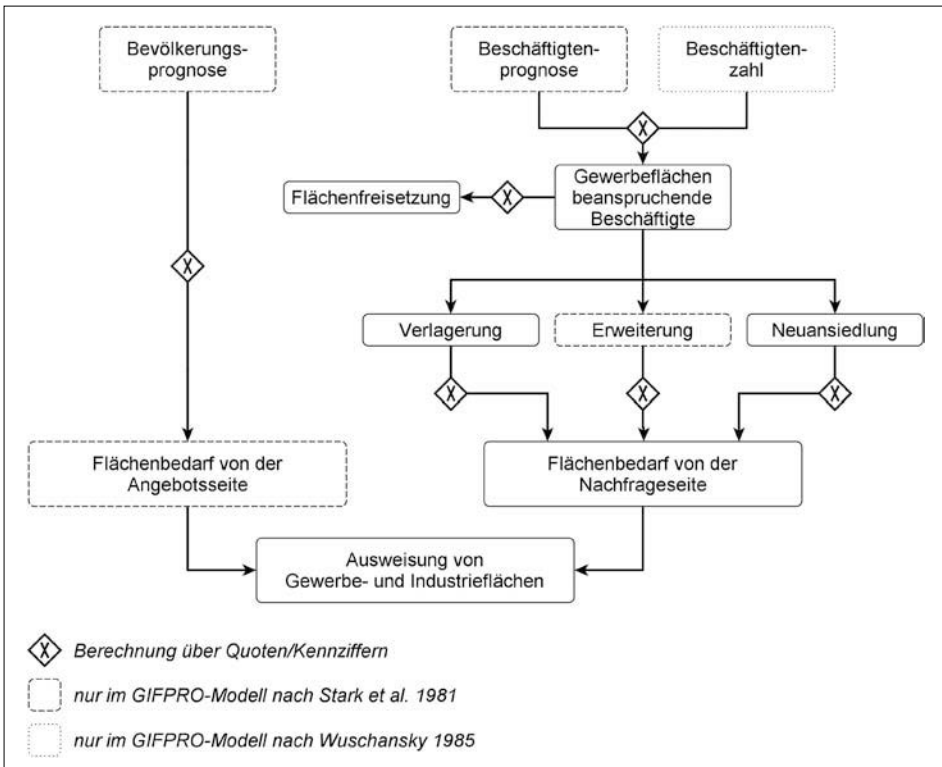


Abb. 1: Grundkonzeptionen der ursprünglichen und vereinfachten GIFPRO-Modelle (Quelle: Eigene Darstellung nach Stark et al. 1981; Wuschansky 1985)

Landes- und Stadtentwicklungsforschung (ILS) in Dortmund veröffentlicht (Stark et al. 1981) und seitdem vor allem dort weiterentwickelt (Wuschansky 1985; Wuschansky 1994; Bonny 2001; Mielke 2001). Bestand die ursprüngliche Fassung noch aus der Verrechnung einer angebots- mit einer nachfrageorientierten Modellkomponente, wird der Flächenbedarf heute in der Regel über die Nachfrageseite anlassbezogen ermittelt (vgl. Bonny, Kahnert 2005, 232). Ziel des Modells ist, die konkrete Flächennachfrage über die Entwicklung der Beschäftigtenzahl und deren spezifischen Flächenbedarf (qm je Beschäftigten) in neugegründeten sowie interkommunal und intrakommunal verlagerten Unternehmen zu bestimmen.

Die Grundkonzeption des GIFPRO-Modells in der ILS-GIFPRO-Variante von 1985 lässt sich in einige Hauptanalyseschritte unterteilen, die auch die Attraktivität für die kommunale Praxis verdeutlichen. Zunächst werden die Beschäftigten in einer Gemeinde sektoral getrennt erfasst. Für sie werden sektorspezifische Quoten angewandt, um die Gewerbeflächen beanspruchenden Beschäftigten (GbB) zu bestimmen (z. B. 100 % im Verarbeitenden Gewerbe, 40 % bei Handel und Logistik). Diese GbB sind wiederum Basis für die anlassbezogene Prognose der Gewerbeflächennachfrage. Für die verschiedenen Zustände eines Unternehmens werden erneut Quoten auf die GbB angewandt: jeweils für Verlagerung, Erweiterung und Neuansiedlung sowie die Schließung. Nun sind die Flächen nachfragenden Beschäftigten für einzelne Anlässe berechnet. Unter Nutzung von Flächenkennziffern (qm je Beschäftigter) werden im vorletzten Schritt die benötigten Flächen ermittelt. Im letzten Schritt wird dieser hypothetischen Nachfrage noch die Entwicklung der Erwerbspersonen gegenübergestellt, die ebenfalls mit einer Flächenkennziffer in Flächenbedarfe umgerechnet werden. Als Ergebnis des GIFPRO lässt sich somit die benötigte Ausweisung von Flächen bilanzieren, die bestehende und potenzielle Beschäftigte ausreichend versorgt.

Auch im neuen Jahrtausend erfreut sich das GIFPRO-Modell einer hohen Beliebtheit – nicht zuletzt wegen seines geringen Bedarfs an aufzubereitenden Daten und der Verfügbarkeit der benötigten Quoten. In jüngster Zeit wurden jedoch auch verschiedene Erweiterungen für den GIFPRO-Ansatz vorgestellt. So veröffentlichten Zwicker-Schwarm et al. im Jahr 2010 eine modifizierte Version des Wuschansky-Modells, in der auch die wirtschaftlichen Entwicklungstendenzen Berücksichtigung fanden und greifen damit die Grundkonzeption der ersten GIFPRO-Version auf. Diese Verknüpfung des Wuschansky-Modells mit der in den Niederlanden angewendeten, auf Beschäftigtenprognosen basierenden Methode wird als „trendbasierte, standortspezifische Gewerbe- und Industrieflächenprognose“ (TBS-GIFPRO) bezeichnet. Wesentliche Neuerungen sind die Integration der regionalen wirtschaftlichen Dynamik sowie eine weitere Ausdifferenzierung. Dabei wird zunächst die klassische GIFPRO-Methode durchgeführt und als Struktureffekt interpretiert. Übersteigt die prognostizierte Beschäftigtenentwicklung die nach dem Struktureffekt ermittelte Beschäftigtenzahl, werden diese zusätzlichen Beschäf-

tigten als Standorteffekt verstanden. Sie erhöhen infolge der lokalen wirtschaftlichen Entwicklung die Gewerbeflächennachfrage. Die weitere Ausdifferenzierung bezieht sich nicht ausschließlich auf die Beschäftigten, die nicht nach Grobsektoren, sondern nach Wirtschaftsabschnitten differenziert werden. Vielmehr wird der ermittelte Flächenbedarf nicht mehr als aggregierte Größe angegeben, sondern unter Berücksichtigung typischer Standortansprüche unterschieden (vgl. Zwicker-Schwarm et al. 2010a). Damit erfolgt ein wesentlicher Schritt zur Qualifizierung des ermittelten Flächenbedarfs.

### 3 Kritik und Erneuerungsbedarf

Während das Grundgerüst von GIFPRO explizit darauf ausgelegt wurde, die angesetzten Quoten durch lokale Daten zu ersetzen, wurde diese Möglichkeit in der praktischen Anwendung kaum genutzt. Das Ergebnis ist in solchen Fällen aber lediglich als „Bedarf unter Standardbedingungen“ (Bonny, Kahnert 2005, 233) zu interpretieren. Zur Überprüfung des prognostizierten Flächenbedarfs wurden vielmehr begleitend Analysen der Baufertigstellungen und Unternehmensbefragungen durchgeführt (vgl. Bonny, Kahnert 2005, 233). Diese Erfahrungen zeigen, dass die Möglichkeiten der Methode einerseits nicht ausgeschöpft werden und gleichzeitig eine gewisse Skepsis gegenüber den prognostizierten Werten vorhanden ist.

Einige der genutzten Quoten sind zwischenzeitlich in die Jahre gekommen und weisen in der Anwendung eine erhebliche Spannweite auf. Daneben muss zumindest überprüft werden, ob solche Quoten den heutigen, komplexen und sowohl intra- als auch inter-regional divergierenden Entwicklungstendenzen gerecht werden.

Ähnliches gilt für die Flächenkennziffern, die die Verbindung zwischen der Beschäftigtenzahl und dem Flächenbedarf darstellen und damit eine zentrale Größe in der Bedarfsberechnung nach GIFPRO sind. Auch hier sind relevante Größenunterschiede zu beobachten, und zwar sowohl räumlich als auch zwischen Wirtschaftsbereichen. Seit der Bestimmung der Flächenkennziffer haben sich verschiedene, insbesondere wirtschaftsstrukturelle und produktionstechnische/-organisatorische Einflussfaktoren (z. B. technischer Fortschritt, Produktionstechnik und -organisation, Verhältnis der Fertigung-/Produktions- und Bürobeschäftigten) geändert, denen eine teils gegensätzliche Wirkung auf den beschäftigtenbezogenen Flächenaufwand zugeschrieben wird (vgl. Bonny, Kahnert 2005, 235).

Zusammenfassend lässt sich daraus schließen, dass die Bedarfsschätzung mittels Quoten und Kennziffern nur bedingt geeignet ist, den kleinteiligen Bedarf in differenzierten Kommunen vorzuberechnen. Die genutzten Kennziffern müssten aber zumindest aktualisiert und den aktuellen Rahmenbedingungen angepasst werden. Im TBS-GIFPRO sollen über die Betrachtung des Standorteffekts zumindest lokale wirtschaftliche Entwicklungsdynamiken berücksichtigt werden, was einen erheblichen Fortschritt

gegenüber der klassischen GIFPRO-Variante darstellt, die grundsätzliche Problematik aber nicht lösen kann.

Ein weiterer Erneuerungsbedarf bezieht sich auf den Differenzierungsgrad und damit auch auf die Komplexität der Prognosemethoden. In aktuellen Ansätzen zeigen sich bereits weitergehende Differenzierungen in der sektoralen Betrachtung, die die klassische Methode in vielerlei Hinsicht erweitern. Insgesamt reicht das Quotenschema des GIFPRO von der Methodik her nicht aus, das Marktgeschehen für Gewerbeflächen adäquat abzubilden.

Bei den heute stark differenzierenden Gewerbestrukturen werden auch die Nachfragestrukturen von Betrieben vielseitiger und komplexer. Daher ist die Qualifizierung des ermittelten Flächenbedarfs eine essentielle Grundlage für die Planung. Der bisherige Ansatz lässt keine Schlüsse bzgl. der Art und Qualität des Flächenbedarfs zu. In aktuellen Konzepten werden daher verschiedene Ansätze einer Qualifizierung des Flächenbedarfs verfolgt: Zwicker-Schwarm et al. gehen beispielsweise von einer branchentypischen Affinität für unterschiedliche Gewerbegebietskategorien aus (vgl. Zwicker-Schwarm et al. 2010b, 20 ff.), während Mantik et al. über flächen-, standort- und nachfragebezogene Kriterien Eignungskategorien bilden (vgl. Mantik et al. 2011, 74 ff.). In diesem Bereich wird sicher ein Schwerpunkt zukünftiger Prognosemethoden liegen müssen.

## **4 Ausblick: Neue Wege zu einer differenzierten Bedarfsermittlung**

### **4.1 Betriebe und Unternehmen als Akteure**

Die dargestellten Prognoseverfahren bauen im Wesentlichen auf der Beschäftigtenzahl und/oder -entwicklung auf, obwohl Betriebe und Unternehmen als die Gewerbeflächen nachfragenden Akteure anzusehen sind. Die Beschäftigtenzahl wurde auch im GIFPRO-Modell ursprünglich aufgrund mangelnder Informationen über Betriebe herangezogen. Sie stellt lediglich eine Hilfsgröße dar. Vor dem Hintergrund des wirtschaftlichen Strukturwandels und der verstärkten Ausdifferenzierung der wirtschaftlichen Entwicklungen in einzelnen Sektoren sollten die stufenweise Veränderung durch Betriebsverlagerungen, -erweiterungen, -neugründungen oder -stilllegungen der tatsächlich handelnden Akteure – der Betriebe – abgebildet werden.

Neue und sich ändernde Unternehmenspräferenzen spielen beim Erwerb von Gewerbestandorten schließlich eine entscheidende Rolle. Funktional differenzierte Unternehmen benötigen entsprechend hochwertige Unternehmensstandorte, um Kompetenz und Qualität zu demonstrieren und Kreativität und Motivation zu fördern. Diese Unternehmen können nach der Bedeutung von Forschung und Entwicklung, Bereitschaft

zur Produktdiversifikation, Kundenkontakten im Betrieb, Qualifikation der Beschäftigten usw. differenziert werden. Auch ist die Identifizierung verschiedener Cluster von Nutzungstypen möglich, wie: fertigungs-, technologie-, handels-, bürogeprägt, Logistik- und Verkehrsnutzung und Handwerk (vgl. Bonny 2001, 25). Daher sollte die reale und nach Standortkategorien differenzierte Nachfrage nach Flächen hierauf aufbauend prognostiziert werden. Die Nachfrageverteilung auf siedlungsstrukturelle, lageorientierte, flächenbezogene und planungspolitische Einheiten (differenziert z. B. nach Zentralität, Verkehrsanbindung, Parzellengröße, Bebauungsdichte, Nutzungsarten nach BauNVO) ist zu ermitteln und im Modell zu implementieren.

In einem letzten Schritt müsste dann die spezifische Flächennachfrage von Unternehmen dem ermittelten Potenzial in einer Kommune gegenübergestellt werden. Durch die Qualifizierung von Nachfrage und Angebot werden undifferenzierte Saldierungen von freigesetzten und nachgefragten Flächen vermieden und anlassbezogene, nachfrage-spezifische Potenziale und Mängel aufgedeckt. Diese können in die kommunale Gewerbeflächenplanung eingeflochten werden.

Bei der Entwicklung eines neuen Modells zur Bedarfsermittlung sollte zudem der räumliche Bezugsraum mitgedacht werden. Die Flächennachfrage durch Betriebe ist zum wesentlichen Teil regional orientiert. So wurde beispielsweise für die Region Aachen ermittelt, dass 95 % bis 98 % der Gewerbeflächen von Betrieben aus der Region nachgefragt wurden (vgl. AGIT 2010, 16). Auch aus Studien zum Standortverhalten von Betrieben lässt sich erkennen, dass der überwiegende Teil der Verlagerungen im regionalen Kontext stattfindet (vgl. u. a. Mantik et al. 2011, 35; IHK Region Stuttgart 2009, 14 ff.).

## 4.2 Qualifizierung der Flächennachfrage

Die Ausführungen zeigen, dass eine stärkere Differenzierung sowie eine Qualifizierung von Flächenangebot und -nachfrage notwendig sind. Dazu kann gegenüber der Entstehungsphase der GIFPRO-Methode sowohl auf eine breitere Datenverfügbarkeit (z. B. unternehmensbezogene Informationen, georeferenzierte Daten zu Flächennutzung und -wandel) zurückgegriffen werden. Die fortentwickelten Verarbeitungsmöglichkeiten (EDV) lassen es zu, die komplexer werdenden Verfahren dennoch handhabbar zu halten.

Ein möglicher Weg zu einer sehr differenzierten, an der tatsächlichen Nachfrage ausgerichteten und die lokalen Rahmenbedingungen berücksichtigenden Methode ergibt sich aus der Implementierung eines Gewerbeflächenmonitorings als Lieferant wichtiger Basisinformationen. In einem solchen System können nicht nur das bestehende Flächenangebot und der Flächenumsatz erfasst, sondern auch der Nutzungsstand nach Art und Intensität differenziert werden. Mittels GI-Systemen bietet sich zudem die Möglichkeit, auch Lagekriterien und -bezüge zu erfassen bzw. zu ermitteln und somit eine sehr dif-

ferenzierte Analyse der Angebots- und Nachfragesituation durchzuführen (vgl. Bonny, Kahnert 2005, 237 f.).

Oftmals sind in der Gewerbeflächenentwicklung Diskrepanzen zwischen dem Flächenangebot und der -nachfrage zu beobachten. Zwar ist i. d. R. eine ausreichende Menge an Flächen verfügbar, allerdings werden sie nicht den betrieblichen Standortanforderungen gerecht (vgl. u. a. Glaser, Krause 2004, 275; BMVBS, BBR 2006, 3), so dass sich ein bestehender Flächenbedarf – zumindest lokal – nicht in der entsprechenden Nachfrage äußert, gleichwohl ein prinzipielles Ansiedlungs-, Verlagerungs- oder Erweiterungsinteresse von betrieblicher Seite bestünde. Die Nutzung von quantitativ messbaren Erfahrungswerten aus dem Monitoring kann helfen, das Angebot auch qualitativ stärker auf die Nachfrage auszurichten.

Die Nutzung solcher GIS-gestützter Informationen kann ein wesentliches Defizit in der bisherigen Prognosemethodik abbauen. Da so die Flächennachfrage nicht nur quantifiziert, sondern auch qualifiziert werden kann, werden zielgenauere Planungslösungen für die Planungsakteure aufgezeigt. Vor allem lässt sich früh erkennen, inwieweit dem prognostizierten Flächenbedarf in der jeweiligen Gemeinde in Art und Lage entsprochen werden kann.

Gleichwohl das Gewerbeflächenmonitoring viele Vorteile hat, muss insbesondere die (flächendeckende) Umsetzbarkeit in der Praxis sehr kritisch gesehen werden. Die sehr angespannte Finanzsituation der öffentlichen Haushalte und der mit einem Monitoring einhergehende hohe Arbeitsaufwand dürfte es speziell in kleineren Gemeinden schwierig machen, ein solches System zu implementieren.

## 5 Fazit

Der vorliegende Beitrag hat das in Deutschland momentan vorherrschende Modell zur Gewerbeflächenprognose, das GIFPRO-Verfahren, vorgestellt und kritisch hinterfragt. Hierbei zeigt sich, dass vor allem das starre Quotenschema, der Fokus auf Flächenkennziffern für Beschäftigte und die mangelnde Aktualität der genutzten Kennwerte den Forschungsbedarf in diesem Bereich offenlegen. Auch die aktuell vorgestellten Erweiterungen können diese Probleme nur bedingt entschärfen. Vielmehr bedarf es der Neuentwicklung eines die Nachfrage und das Angebot qualifizierenden Verfahrens. Um hierfür ein geeignetes Prognosemodell entwickeln zu können, wurde der Forschungsbedarf definiert. Zum einen sollte die Flächennachfrage auf die Unternehmer als Akteure fokussiert sein und zusätzlich die nachgefragten Flächen nach Art und Lage differenzieren können. Zum anderen sollte das Flächenangebot für eine zielführende Bilanzierung adäquat erfasst sein.

## 6 Literatur

- AGIT (2010): Regionales Gewerbeflächenkonzept für die Region Aachen. Fortschreibung 2009. Aachen.
- BMVBS; BBR (2006): Gewerbeflächenmonitoring. Ein Ansatz zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Gewerbeflächenpotenzials in Ostdeutschland. Bonn: Selbstverlag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (Forschungen, 119).
- Bonny, H. W. (2001): Zur aktuellen Gewerbeflächenpolitik. Anforderungen an künftige Gewerbeflächen. Dortmund. (ILS-NRW-Arbeitspapiere).
- Bonny, H. W.; Kahnert, R. (2005): Zur Ermittlung des Gewerbeflächenbedarfs. Ein Vergleich zwischen einer Monitoring gestützten Prognose und einer analytischen Bestimmung. In: Raumforschung und Raumordnung, Jg. 63, S. 232-240.
- Glaser, J.; Krause, K.-U. (2004): Standort- und Gewerbeflächenmonitoring. Ein Informationsverbund für die Wirtschaftsförderung und Planung in der Metropolregion Hamburg. In: Altrock, U.; Schubert, D. (Hrsg.): Wachsende Stadt. Leitbild – Utopie – Vision? Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 275-293.
- IHK Region Stuttgart (2009): Wie attraktiv sind Standorte in der Region Stuttgart? Eine Analyse der Verlagerung von Unternehmenssitzen im Zeitraum 2005 bis 2008. Stuttgart.
- Mantik, U.; Jung, H.-U.; Brandt, A.; Bonny, H. W. (2011): Gewerbeflächenkonzeption für die Metropolregion Hamburg (GEFEK).
- Mielke, B. (2001): Neue Entwicklungen beim Gewerbeflächenbedarf. Kurzfassung. Dortmund.
- Stark, K.-D.; Velsing, P.; Bauer, M.; Bonny, H. W. (1981): Flächenbedarfsberechnung für Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereiche. GIFPRO. Dortmund: ILS (Materialien, 4.029).
- Wuschansky, B. (1985): Regionale Entwicklungsspielräume von Gewerbe- und Industrieflächen. Bestandserhebung und Ansatz für eine methodische Bedarfsermittlung. Dortmund: ILS (Landesentwicklung, 1.044).
- Wuschansky, B. (1994): Regionaler Flächenbedarf für Gewerbe und Industrie – Überarbeitung der ILS-Methode zur Ermittlung des Flächenbedarfs für Gewerbe und Industrie. (Auftragsarbeit für die Landesplanungsbehörde NRW). Dortmund.
- Zwicker-Schwarm, D.; Grabow, B.; Scheider, S.; Spath, C.; Wagner, A. (2010a): Stadtentwicklungskonzepte für Gewerbeflächen. Das Beispiel der Landeshauptstadt Potsdam. Berlin: Difu (Difu-Impulse, Bd. 4/2010).
- Zwicker-Schwarm, D.; Grabow, B.; Spath, C. (2010b): Stadtentwicklungskonzept Gewerbe für die Landeshauptstadt Potsdam. Berlin. Onlinedokument: [http://www.potsdam.de/cms/dokumente/10070865\\_1016249/0d8d0f74/STEK%20Gewerbe\\_2010.pdf](http://www.potsdam.de/cms/dokumente/10070865_1016249/0d8d0f74/STEK%20Gewerbe_2010.pdf) (Zugriff 24.01.2011).



## **Kleinräumige Statistik – Probleme und Lösungen**



# Indikatorensysteme im Spannungsfeld zwischen europäischen Anforderungen und regionalem Informationsbedarf

*Hans-Dieter Kretschmann*

## Zusammenfassung

Im Spannungsfeld zwischen den Anforderungen aus der EU-Statistikverordnung (EUStatVO) und dem regionalen und lokalen Informationsbedarf der Kreise, Städte und Gemeinden steht die amtliche Statistik vor großen Herausforderungen. Zum einen erfährt das Thema „Indikatorensysteme“ in Zusammenhang mit der Strategie „EUROPA 2020“ einen erheblichen Aufschwung. Zum anderen wächst der Bedarf an sachlich und räumlich tief gegliederten Informationen für die regionalen und lokalen Statistikknutzer. Dabei rückt die Frage des direkten Raumbezugs statistischer Daten (über Geokoordinaten) immer mehr in den Mittelpunkt. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen umreißt der Beitrag die Herausforderungen für die amtliche Statistik und zeigt erste Handlungsansätze auf.

## 1 Einführung

Die Entwicklung der amtlichen Statistik in der Bundesrepublik Deutschland wird zunehmend durch europäisches Recht (insbesondere EUStatVO<sup>1</sup>) und politische Initiativen (z. B. EUROPA 2020<sup>2</sup>) geprägt. Dabei wird dem Querschnittsthema Indikatoren(-systeme) als verdichtete Informationen zur Unterstützung politischer und administrativer Planungs-, Entscheidungs- und Kontrollprozesse eine immer größer werdende Bedeutung zugemessen. Im Jahresprogramm 2012 des Europäischen Statistischen Systems (ESS) steht die Bereitstellung der Indikatoren für die Strategie EUROPA 2020 an vorderster Stelle, ebenso in der Mehrjahresplanung 2013-2017. Um repräsentative Ergebnisse auf Ebene der derzeit 27 Mitgliedsstaaten der Europäischen Union liefern zu können, reichen kleine Stichprobengrößen aus, die zudem schneller aktuelle Ergebnisse liefern.

Für eine Vielzahl von wirtschaftlichen, sozialen und politisch-administrativen Planungs- und Entscheidungsprozessen ist ein fachlich breit und räumlich tief gegliedertes Datenangebot eine wichtige Grundlage. Der Ausschuss Regionalstatistik der Deutschen Statistischen Gesellschaft weist regelmäßig darauf hin, dass auch in Zukunft der Datenbedarf

<sup>1</sup> Verordnung (EG) Nr. 223/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. März 2009 über europäische Statistiken u. a., ABl. L 87 vom 31.03.2009, S. 164.

<sup>2</sup> EUROPA 2020 ist eine Strategie für Beschäftigung und intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum, das auf 5 EU-Kernzielen basiert und durch 8 Leitindikatoren gemessen wird (s. [http://ec.europa.eu/europe2020/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/index_de.htm)).

der Länder, Kommunen und der Wissenschaft sowie die Interessen der Regionalplanung und der Regional- und Stadtforschung ausreichend berücksichtigt sowie vergleichbare regionalstatistische Daten geliefert werden müssen, die nach einheitlichen Verfahren erstellt sowie methodisch und inhaltlich konsistent sind<sup>3</sup>.

## 2 Europäische Anforderungen

Das Statistische Landesamt des Freistaates Sachsen (StLA) hat im Verbund der Statistischen Landesämter die Patenlandfunktion für das statistikübergreifende Thema Indikatoren-systeme. Dies beinhaltet u. a. die Entwicklung, Einführung und den Einsatz neuer Verfahren, Methoden und Techniken sowie die Qualitätssicherung<sup>4</sup>. Diese Funktion wird gemeinsam mit dem Statistischen Bundesamt (StBA) innerhalb eines Mehrebenen-systems wahrgenommen (s. Abb. 1).

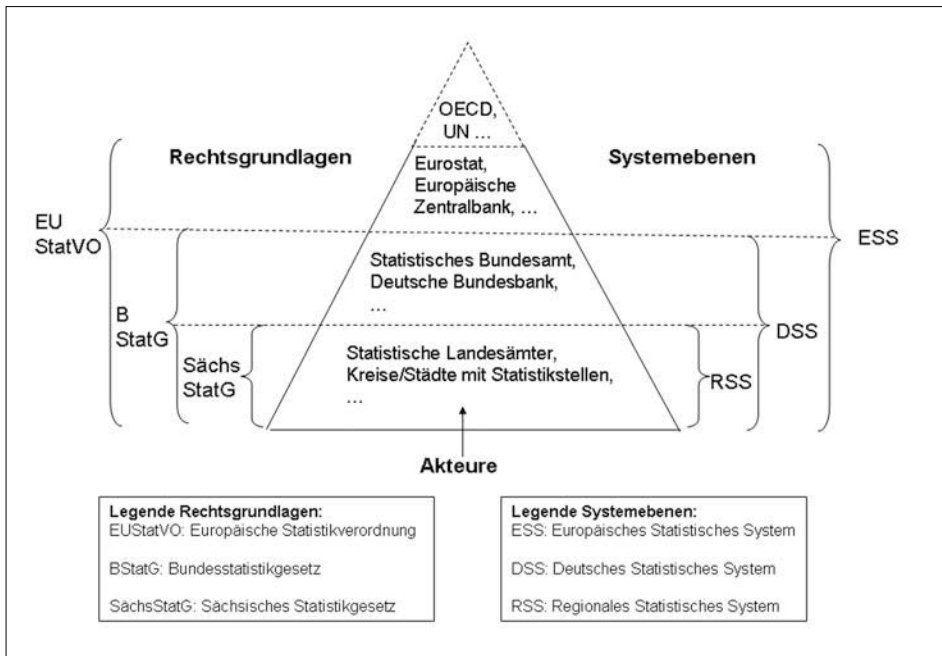


Abb. 1: Rechtsgrundlagen und Systemebenen in der amtlichen Statistik  
(Quelle: Eigene Bearbeitung)

Innerhalb des ESS hat die Statistikbehörde der Europäischen Kommission – Eurostat – die fachlich-methodische Federführung bei der Erstellung europäischer Statistiken. Auf

<sup>3</sup> Vgl. Positionspapier des Ausschusses für Städtestatistik „Zur Zukunft der Regionalstatistik“ auf der Homepage der Deutschen Statistischen Gesellschaft (<http://www.dstatg.de/>).

<sup>4</sup> Novellierung des Patenlandkatalogs auf der Sitzung des Ausschusses für Organisation und Umsetzung am 09.03.2010.

Grundlage von EU-Verordnungen findet die Datenerhebung und -bereitstellung in den 27 Mitgliedsstaaten statt. Im DSS fällt den Statistischen Landesämtern, so auch dem StLA, Sachsen, als Schnittstelle zwischen nationaler und regionaler Ebene eine wichtige Rolle zu.

Aufgrund der sehr heterogenen Statistikproduktionsprozesse in den Mitgliedsstaaten hat sich Eurostat bisher im Wesentlichen auf eine Output-Harmonisierung, d. h. zentrale Vorgaben für die Struktur und das Format von Datenlieferungen, konzentriert. Gestützt auf die EU-Statistikverordnung wirken sich die fachlich-methodischen Vorgaben jedoch auch immer stärker auf die Produktionsprozesse in den Mitgliedsstaaten aus. Dieser „Europäische Ansatz für Statistik“ besteht aus mehreren Komponenten. Höchste Priorität hat dabei die Arbeit mit Indikatoren als Instrumente zur Verfolgung der spezifischen Zwecke der EU-Politiken, insb. EUROPA 2020. Auch Im ESS-Mehrjahresprogramm 2013-2017 sollen Indikatoren die „Spitze der statistischen Infrastruktur“ bilden<sup>5</sup>.

### 3 Regionaler und lokaler Informationsbedarf

Die Arbeitsteilung zwischen der amtlichen Statistik auf Länderebene sowie den kommunalen Statistikstellen ist per Konvention so geregelt, dass die Statistischen Landesämter keine Auswertungen unterhalb der Gemeindeebene durchführen. Umso mehr sind die kommunalen Statistikstellen auf Daten in tiefer fachlicher und räumlicher Gliederung angewiesen, um diese Auswertungen für kommunale Zwecke selbst vornehmen zu können.

Die zehn Landkreise, drei kreisfreien Städte und 467 kreisangehörigen Gemeinden (Gebietsstand 01.01.2011) im Freistaat Sachsen benötigen für die Vielzahl ihrer kommunalen Aufgaben nicht nur statistische Daten und Indikatoren für die gesamte Gebietskörperschaft, sondern auch für kleinere räumliche Bezugseinheiten. Insbesondere größere Kommunen haben hierfür das System der Kleinräumigen Gliederung entwickelt, welches als Lokalisierungs- und Zuordnungssystem für Planung, Entscheidungsvorbereitung und Verwaltungsvollzug eine immer wichtigere Rolle spielt. Die Kleinräumige Gliederung gründet sich auf Straße und Hausnummer, d. h. auf die Adresse als Ortsangabe und eine bis zum (Bau-)Block und zur Blockseite differenzierte räumliche Gliederung des Gemeindegebietes. Zu diesem Zweck haben die über das „Kommunale Statistische Informationssystem“ verbundenen Städte und Gemeinden (KOSIS Verbund) das KOSIS-Projekt AGK (Adresszentraldatei, Gebäudedatei und Kleinräumige Gliederung) aufgelegt. Mit dem Software-Programm AGK können Straßen und Hausnummern (die Adresszentraldatei), Gebäudebestand und Bautätigkeiten (die Gebäudedatei) sowie die hierarchische Gliederung des Stadtgebietes bis zur Blockseite (die Kleinräumige

<sup>5</sup> Das Mehrjahresprogramm 2013-2017 befindet sich derzeit noch in der Abstimmung und liegt nur als Entwurfsfassung vor. Das letzte Mehrjahresprogramm ist zu finden unter: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:344:0015:0043:DE:PDF>.

Gliederung) mit der darauf aufbauenden Gebietseinteilungen verwaltet und ausgewertet werden. Somit lassen sich aus diesen Grundbestandteilen des kommunalen Raumbezugssystems z. B. Stimmbezirke, Sozialregionen oder Grundschulsprenkel mosaikartig zusammenstellen<sup>6</sup>.

In welchen Bereichen kann die amtliche Statistik diesen Informationsbedarf decken? Nach § 22 Abs. 2 ZensG 2011<sup>7</sup> dürfen die statistischen Ämter des Bundes und der Länder den für statistische Aufgaben zuständigen Stellen der Gemeinden und Gemeindeverbände (Statistikstellen) für ausschließlich kommunalstatistische Zwecke

- Einzelangaben zu den Erhebungsmerkmalen sowie zu den Hilfsmerkmalen „Straße“ und „Hausnummer“ (Gemeinden mit abgeschotteter Statistikstelle) oder
- nach Blockseiten zusammengefasste Einzelangaben (für Gemeinden ohne abgeschottete Statistikstelle)

übermitteln. Die o. a. „Hilfsmerkmale“ sind spätestens zwei Jahre nach Übermittlung zu löschen. Während Ergebnisse der Gebäude- und Wohnungszählung (Vollerhebung) für alle Gemeinden bereitgestellt werden können, liefert die Haushaltsstichprobe aufgrund der Stichprobengröße für einige Merkmale nur Ergebnisse für Gemeinden mit mehr als 10 000 Einwohnern.

Adressen bilden somit das Fundament einer flexiblen raumbezogenen Auswertung von statistischen Daten auf kommunaler und regionaler Ebene. Ausgehend von dieser Sichtweise sind Adressen von statistischen Erhebungseinheiten keine „Hilfsmerkmale“, sondern Erhebungsmerkmale, die dauerhaft gespeichert werden müssen, um flexible Auswertungen der Daten, auch aufgrund von wechselnden räumlichen Bezugseinheiten, ohne zeitliche Befristungen zu ermöglichen. Nach Artikel 7 Abs. 1 der EU-Verordnung zu Landwirtschaftszählung<sup>8</sup> ist der Standort des landwirtschaftlichen Betriebs mit Angabe der Geokoordinaten (Längen-/Breitengrad) ein Erhebungsmerkmal. Die europäische Gesetzgebung im Bereich der Statistik spiegelt – auch vor dem Hintergrund des Aufbaus von Geodateninfrastrukturen – den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik sowie die berechtigten Nutzeranforderungen an eine moderne Informationsinfrastruktur, die maßgeblich durch die amtliche Statistik getragen werden sollte – wider.

Daraus lassen sich zwei methodisch-inhaltliche Anforderungen ableiten: Erstens stellt der Adressbezug statistischer Fachdaten den entscheidenden Hebel dar, um flexible raumbezogene Auswertungen für Statistiknutzer zu ermöglichen. Dies erfordert eine Änderung der Statistikgesetze: Die dauerhafte Speicherung von Adressdaten als Erhebungsmerk-

<sup>6</sup> Vgl. [http://www.staedtestatistik.de/fileadmin/kosis/AGK/AGK\\_Flyer2009.pdf](http://www.staedtestatistik.de/fileadmin/kosis/AGK/AGK_Flyer2009.pdf)

<sup>7</sup> Vgl. Gesetz über den registergestützten Zensus im Jahre 2011 (Zensusgesetz 2011 – ZensG 2011) vom 8. Juli 2009 (BGBl. I S. 1781).

<sup>8</sup> Verordnung (EG) Nr. 1166/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über die Betriebsstrukturerhebungen und die Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 571/88 des Rates (ABl. L 321 vom 1.12.2008, S. 14, 2009 ABl. L 308 vom 24.11.2009, S. 27).

male muss künftig möglich sein. Zugleich muss die Rechtsgrundlage geschaffen werden, um die Adressen von Erhebungseinheiten (Personen, Gebäude, Unternehmen ...) mit den Geokordinaten aus der Vermessung/Geoinformation zusammenführen zu können. Dies stellt zugleich eine wesentliche Voraussetzung dafür dar, eine international wettbewerbsfähige Informationswirtschaft in Sachsen und der Bundesrepublik Deutschland aufbauen zu können<sup>9</sup>.

Zweitens sollte die Stichprobengröße von Stichprobenerhebungen der amtlichen Statistik so bemessen sein, dass sich zumindest Ergebnisse bis auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte, möglichst auch für größere kreisangehörige Gemeinden, ausweisen lassen. Dies steht jedoch im Konflikt mit aktuellen Einsparungserfordernissen. In diesem Zusammenhang sind ebenfalls Änderungen der Statistikgesetze notwendig, um – analog zur Regelung des § 7 Abs. 2 ZensG 2011 – abgeschotteten kommunalen Statistikstellen den Zugang zu diesen Daten zu gewähren.

Als strategische Anforderung lässt sich ableiten, dass die politische Relevanz der von der amtlichen Statistik angebotenen Indikatorensysteme auch angesichts der neuen Anforderungen auf europäischer Ebene erhöht werden sollte. Das Statistische Bundesamt war hier mit seinen im zweijährigen Rhythmus herausgegeben Indikatorenberichten „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland“ zur Nachhaltigkeitsstrategie Deutschland aus dem Jahre 2002 wegweisend (s. Statistisches Bundesamt 2010). Auch das Bundesland Hessen hat unter maßgeblicher Mithilfe des dortigen Statistischen Landesamtes 2008 eine Nachhaltigkeitsstrategie formuliert, die auf Grundlage von Ziel- und Reportindikatoren zu den drei Säulen „Ökonomie“, „Ökologie“ und „Soziales“ aggregierte Informationen für politisch-administrative Entscheidungsprozesse bereitstellt<sup>10</sup>.

## 4 Fazit und Ausblick

Die „Tour d’Horizon“ von der europäischen zur kommunalen Ebene hat generell die grundlegende Bedeutung des direkten Raumbezugs statistischer Daten deutlich gemacht. Auf dieser – in weiten Bereichen noch zu schaffenden – Grundlage könnte die amtliche Statistik den regionalen und kommunalen Informationsbedarf wesentlich besser decken. Da die diesbezügliche Änderung der Statistikgesetze für alle Beteiligten erfahrungsgemäß einen erheblichen Kraft- und Zeitaufwand bedeutet, wurden auf Grundlage von üblichen administrativen Gebietsgliederungen folgende Initiativen gestartet:

- Im StLA Sachsen werden – in Zusammenarbeit mit dem StBA – verstärkt Überlegungen angestellt, spezielle Indikatorensysteme auf EU-Ebene auch auf die regionale Ebene zu transformieren. So wird derzeit geprüft, die Leitindikatoren der oben vor-

<sup>9</sup> Die Berücksichtigung sämtlicher Belange der statistischen Geheimhaltung und des Datenschutzes ist lange geübte Praxis in der amtlichen Statistik.

<sup>10</sup> Siehe [www.hessen-nachhaltig.de](http://www.hessen-nachhaltig.de)

gestellten EU 2020-Strategie im Rahmen des Regionalatlas für Deutschland<sup>11</sup> auch für die Landkreisebene aufzubereiten. Auf dieser Grundlage könnte jeder Stadt-/Landkreis in Deutschland feststellen, wie er in Bezug auf die EU-Ziele und im Vergleich zu anderen Kreisen dasteht.

- Im Herbst 2011 wurde in Zusammenarbeit mit der Staatskanzlei des Freistaates Sachsen der „Kommunale Demografiemonitor“ frei geschaltet<sup>12</sup>. Mithilfe dieses interaktiven Produkts auf Grundlage der Gemeinde- und Kreiskarte Sachsens können alle Landkreise, kreisfreien Städte und kreisangehörigen Gemeinden im Freistaat Sachsen sowie alle anderen interessierten Bürger und Institutionen auf eine Vielzahl von Bevölkerungsindikatoren zurückgreifen und vielfältige Vergleiche und Auswertungen durchführen.

In strategischer Hinsicht bedeutet dies, dass der oben dargestellte europäische Ansatz für Statistik um einen regionalen Ansatz erweitert werden sollte. Für die amtliche Statistik stellt dies vor dem Hintergrund des Primats der Kostenreduktion und Belastungsverringerung für Auskunftspflichtige eine große Herausforderung dar, die nur mit massiver Unterstützung aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung bewältigt werden kann.

## 5 Literatur

Kretschmann, H.-D.; Scheibe, B.; Fiedler, R. (2010): Indikatorensysteme in der amtlichen Statistik – Bestandsaufnahme und zukünftige Herausforderungen. In: Statistik in Sachsen, Jahrgang 16-2/2010, S. 31-40. Onlinedokument: [http://www.statistik.sachsen.de/download/300\\_Voe-Zeitschrift/Zeitschrift\\_2010\\_2.pdf](http://www.statistik.sachsen.de/download/300_Voe-Zeitschrift/Zeitschrift_2010_2.pdf)

Lachmann, T. (2009): Nachhaltigkeitsstrategie Hessen: Indikatorenset zur nachhaltigen Entwicklung verabschiedet, in: Staat und Wirtschaft in Hessen, Heft 9/2009, S. 191-195.

Statistisches Bundesamt (2010): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Indikatorenbericht 2010. Onlinedokument: [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Statistiken/Zeitreihen/Indikatoren/Nachhaltigkeitsindikatoren\\_\\_nk.psml;jsessionid=705B54EF6F8744FF91B240E0952F285D.internet](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Statistiken/Zeitreihen/Indikatoren/Nachhaltigkeitsindikatoren__nk.psml;jsessionid=705B54EF6F8744FF91B240E0952F285D.internet)

<sup>11</sup> Siehe <http://ims.destatis.de/indikatoren/Default.aspx>

<sup>12</sup> Siehe [www.demografie.sachsen.de/monitor](http://www.demografie.sachsen.de/monitor)



# „Äpfel mit Birnen vergleichen, aber nicht mit Zitronen“ – Überlegungen zu einer Erweiterung der regionalstatistischen Analyseeinheiten in der amtlichen Statistik

Markus Sigismund

## Zusammenfassung

Analysen auf Basis amtlicher Gebietskategorien erreichen nicht immer die gewünschte Präzision in der Abbildung räumlicher Strukturen und Entwicklungen. Dies wird mit Beispielen unterlegt. Derzeit wird vielfach eine Erweiterung der Statistikgesetze um die geografische Gitterzelle als räumliche Ebene für die Erfassung der Daten diskutiert und gefordert. Mit dem Beitrag möchte der Autor in dem Expertenkreis, der schon lange analytische Erfahrungen mit der Gitterzelle sammeln konnte, für eine konstruktive Beteiligung an der Diskussion werben.

## 1 Einführung

Die Politik benötigt für zielgenaue Entscheidungen belastbare Daten. Viele Wirkungszusammenhänge können nur im Kontext räumlicher Zusammenhänge erklärt werden. Bei wohnungspolitischen, städtebaulichen, verkehrs- oder umweltbezogenen Fragestellungen sind häufig innerhalb von Regionen, aber auch kleinräumig innerhalb von Städten, große Unterschiede zu beobachten. Für den Bund steht im Vordergrund, räumliche Strukturunterschiede und Entwicklungspfade von Regionen und Raumtypen identifizieren zu können. Hierfür bedarf es regionaler, nationaler und internationaler Eckwerte als Bewertungsmaßstab.

Die amtliche Statistik ist analog den politischen Entscheidungsstrukturen auf Verwaltungseinheiten ausgerichtet. Bei deren Abgrenzung sind funktionale, siedlungsstrukturelle Aspekte nicht vorrangig. Mit den Gebietsreformen werden die Einheiten immer größer. Dies führt zu einem Verlust an räumlicher Analyseschärfe und Vergleichbarkeit. Räumliche Strukturunterschiede und Entwicklungen lassen sich immer schlechter abbilden. Die Wissenschaft oder die Marktforschung bedient sich im Rahmen der Politikberatung alternativer Konzepte von Regionsabgrenzungen und Raumtypisierungen – beispielsweise der Stadtregionssystematik der BIK Aschpurwis + Behrens GmbH (BIK 2001). Die Verkehrsforschung bedient sich eigener Verkehrszellenstrukturen. Die Ergebnisse sind häufig nur eingeschränkt übertragbar.

Nach § 3 Bundesstatistikgesetz hat das Statistische Bundesamt (Destatis) die Bundesstatistiken in der **erforderlichen** sachlichen und **regionalen Gliederung** für den Bund

zusammenzustellen. Nach § 25 Raumordnungsgesetz hat das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) den Auftrag, ein Informationssystem zur räumlichen Entwicklung zu führen. Das Rückgrat des Informationssystems „Laufende Raumbeobachtung“ im BBR ist die amtliche Statistik. Daher hat auch das BMVBS ein besonders Interesse an aussagefähigen raumbezogenen Daten.

Die jüngsten, zahlreichen Gebietsreformen haben die Probleme verschärft. Dies ist Anlass zu hinterfragen, ob die amtliche Gebietssystematik den Erfordernissen noch genügt. Hier gilt es hauptsächlich zwei Prüfebene zu betrachten:

- Kleinmaßstäbig: Die Anforderung ist, vergleichsweise grobe siedlungsstrukturelle Unterschiede identifizieren zu können (z. B. Stadt-Umland-Peripherie) – vorwiegend aus einer bundesweiten oder internationalen Perspektive.
- Großmaßstäbig: Die Anforderung ist, kleinräumige, häufig städtebauliche und umweltbezogene Daten isolieren und systematisch analysieren zu können (z. B. Betroffenheitsanalyse von Lärm oder Hochwasser) – aus einer bundesweiten, regionalen oder lokalen Perspektive.

## 2 Kleinmaßstäbige Defizite

### 2.1 Fehlende Zeitreihen- und Strukturkonsistenz

Die Ebene der Kreise und kreisfreien Städte – im folgenden Kreise abgekürzt – hat sich als Analyseebene auf Bundesebene etabliert. Das bundesweit gut zugängliche Datenangebot der amtlichen Statistik ermöglicht in Verbindung mit den siedlungsstrukturellen Kreistypen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung eine angemessene Abbildung siedlungsstruktureller Unterschiede und räumlicher Entwicklungen. Auch hinsichtlich der Anforderungen des Datenschutzes und der Stichprobenvalidität bildet die Kreisebene einen geeigneten Kompromiss.

Nach umfangreichen Gebietsreformen wird die Kreisebene als räumliche Analysegrundlage immer ungeeigneter. Pendelte Mitte der 90er Jahre die Anzahl der Kreise um 440, sind es im Jahr 2011 nur noch 402 Kreise. Die amtliche Statistik bietet daher keine Zeitreihen an. Aufwändig umgeschlüsselte Zeitreihen des BBR bieten für einige Indikatoren lediglich ein hilfreiches Näherungsangebot (BBSR 2010).

Außerdem ist die räumliche Strukturkonsistenz als Folge der Zuschnitte der Kreise erheblich verletzt. Einzelne bedeutende Kernstädte sind mit dem Umland verschmolzen und lassen sich nicht mehr abbilden (z. B. Hannover, Aachen). Die Varianz wichtiger Strukturmerkmale innerhalb einiger Kreise ist inzwischen höher als zwischen den Kreisen.

Die Umlandkreise von Berlin sind ein prominentes Beispiel für eine hohe innere Heterogenität. Einzelne Kreise reichen von der Stadtgrenze Berlins bis nach Polen und schließen urbane Stadtrandgebiete ebenso ein wie periphere, ländliche Räume. Im Mittel wird für die Berliner Umlandkreise eine Neu- und Wiedervermietungsrente von 5,41 €/m<sup>2</sup> berechnet (Jahr: 2009). Die Mietwohnungsbestände konzentrieren sich jedoch auf das nahe Umland von Berlin und sind geprägt von Ausstrahleffekten Berlins. Die Kreise sind überwiegend ländlich geprägt und werden in den siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBR als *Ländliche Kreise* geführt. Die Miete in *Ländlichen Kreisen* ist daher in Ostdeutschland höher als in *Verdichteten Kreisen*.

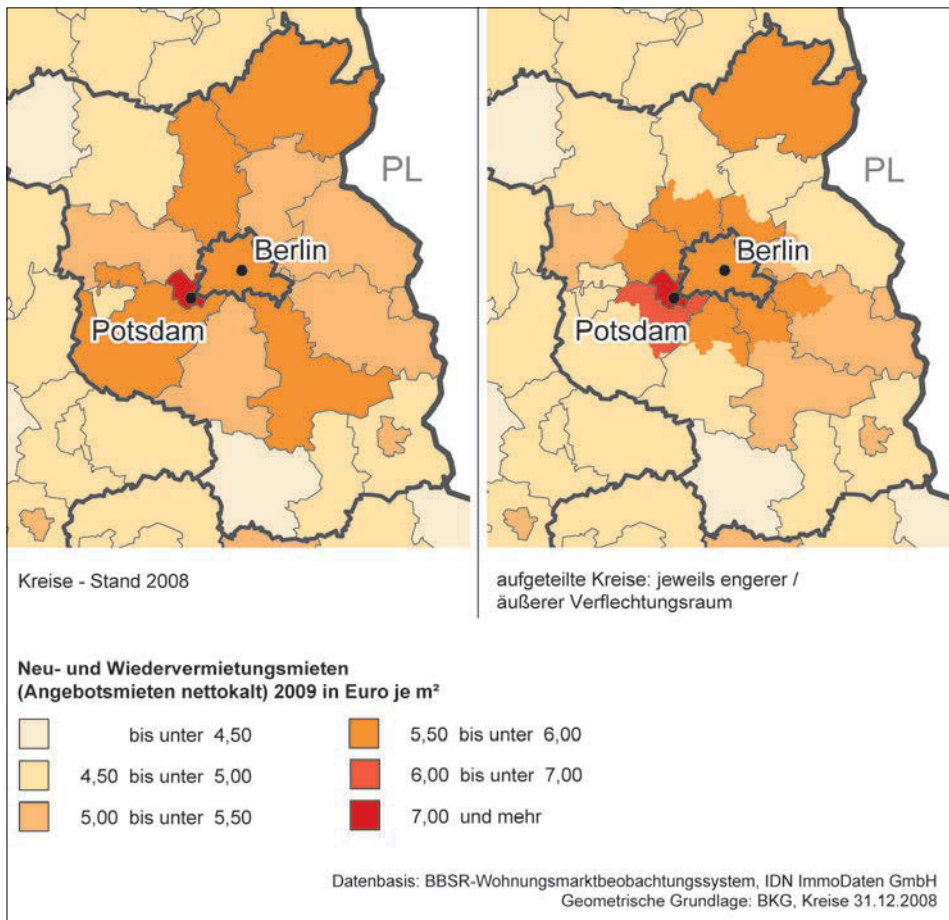


Abb. 1: Neu- und Wiedervermietungsmieten 2009 in der Stadtregion Berlin (Quelle: BBSR Wohnungsmarktbeobachtungssystem; IDN ImmoDaten GmbH)

Das BBR weicht im Rahmen der Wohnungs- und Immobilienmarktbeobachtung (WIM) (BBR 2007) von der amtlichen Gebietskategorie ab und differenziert die Kreise der Stadtregion Berlin entsprechend einer Gliederung der Landesplanung jeweils in den en-

geren und äußeren Verflechtungsraum (siehe Abb. 1). Dann ergibt sich eine plausible Abstufung des Mietniveaus: engerer Verflechtungsraum: 6,21 €/m<sup>2</sup>, äußerer Verflechtungsraum: 4,93 €/m<sup>2</sup>.

Ein Beispiel aus der Erhebung *Mobilität in Deutschland 2008* (BMVBS 2010) illustriert das Problem der Vergleichbarkeit räumlicher Strukturdaten auf Bundesebene. Bei den Anteilen der Nutzer des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) in den Kernstädten nach Bundesländern rangiert Niedersachsen auf dem letzten Platz. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass Hannover im Jahr 2001 mit dem Umland zusammengefasst wurde. Die BBR-Gebietssystematik stuft den neuen Kreis *Region Hannover* als Umlandkreis ein. Die verbleibenden Kernstädte (z. B. Braunschweig, Salzgitter) fallen hinter den ÖPNV-Anteilen Hannovers zurück. Beim vorigen Gebietsstand läge Niedersachsen im Mittelfeld (vgl. Abb. 2).

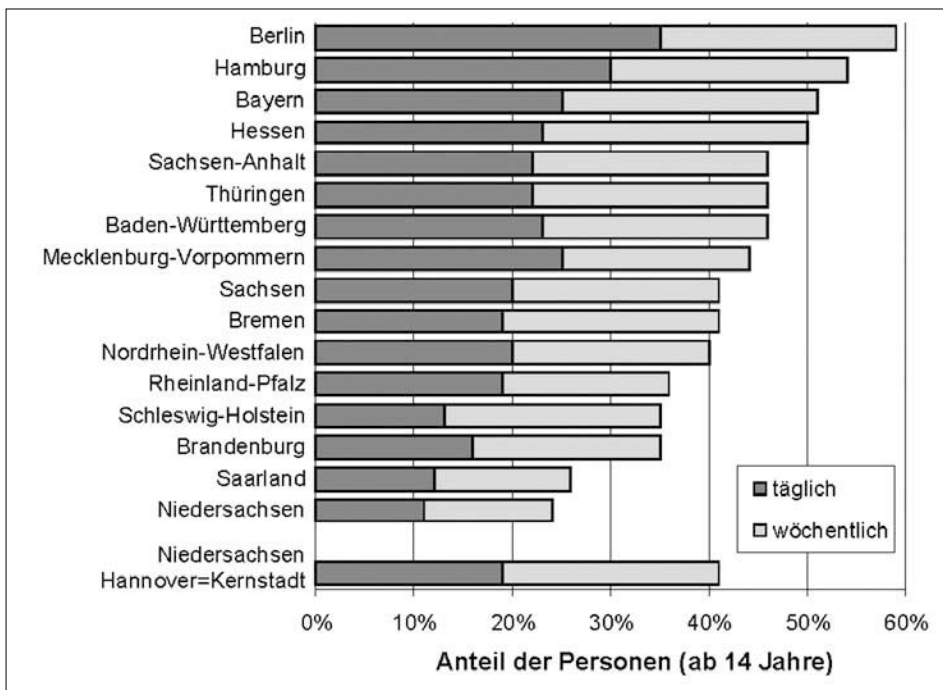


Abb. 2: Anteil täglicher und wöchentlicher ÖPNV-Nutzer in Kernstädten nach Bundesländern (Personen ab 14 Jahre in Prozent) (Quelle: BMVBS 2008)

Analysen auf Ebene der Gemeinden bieten nur bedingt eine Alternative. Sie ermöglichen zwar eine räumlich tiefere Differenzierung, haben dafür andere gravierende Defizite: Nicht alle Ergebnisse der amtlichen Statistik sind bundesweit auf der Gemeindeebene (leicht) zugänglich. Unterschiedliche Verwaltungskonzepte in den Ländern schränken ebenfalls die bundesweite Vergleichbarkeit der Ergebnisse erheblich ein. Die

durchschnittliche Gemeindegröße liegt in Saarland z. B. bei rd. 20 000, in Sachsen bei 8 500 und in Rheinland-Pfalz bei 1 700 Einwohnern. Ähnlich wie bei den Kreisen führen Zusammenlegungen auch hier zu größer werdenden Gebietseinheiten und einem zunehmenden Verlust an räumlicher Analyseschärfe und Vergleichbarkeit. Allein zwischen 1990 und 2009 sank die Zahl der Gemeinden in Deutschland von 16 103 auf 12 066 (-25 %), in Ostdeutschland hat sie sich sogar halbiert.

## 2.2 Fehlende Definition von Stadt- und Metropolregionen

Stadt- und insbesondere Metropolregionen genießen als Wirtschaftszentren, Motoren und Innovatoren der gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Entwicklung national und international große Aufmerksamkeit. Die Globalisierung hat die Fokussierung auf Stadt- und Metropolregionen jüngst befördert.

Im Gegensatz zu anderen nationalen Statistischen Ämtern führt Destatis keine Kategorie für Stadtregionen oder Metropolen. Deutsche Metropolregionen sind in nationalen und internationalen Studien uneinheitlich abgebildet. Die Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) hat zwar für Deutschland elf Europäische Metropolregionen ausgewiesen. Die Auswahl und Abgrenzung der Regionen folgt jedoch vorrangig politischen Leitbildern und nicht einer indikatorengestützten, funktionsräumlichen Abgrenzung. Für Berlin beispielsweise finden sich in der Literatur mindestens vier unterschiedliche Abgrenzungen:

- Kernstadt (3,4 Mio. EW),
- Kernstadt mit dem engeren Verflechtungsraum (4,4 Mio. EW),
- Kernstadt mit den Umlandkreisen (4,9 Mio. EW) sowie
- Hauptstadtregion mit dem Land Brandenburg (5,9 Mio. EW).

Letztere entspricht der Abgrenzung der Metropolregion auf Basis der gemeinsamen Landesplanung der beiden Länder. Mit dieser Abgrenzung weist die Metropolregion Berlin eine Einwohnerdichte von 200 EW/ha auf – ähnlich Stadtregionen im Schwarzwald oder Trier.

Nicht zuletzt aufgrund des fehlenden Angebots der amtlichen Statistik dürften die *Urbanen Agglomerationen* Berlin, Hamburg, Köln und München in den *World Urbanization Prospects* der Vereinten Nationen nur mit Daten der Städte vertreten sein (vgl. United Nations 2011). Dagegen werden in Staaten mit entsprechenden Kategorien der amtlichen Statistik (z. B. Frankreich, USA) Daten für funktionsräumliche abgegrenzte Regionen abgebildet.

### 3 Großmaßstäbige Defizite

Das bisherige Angebot der amtlichen Statistik auf Bundesebene ist unterhalb der Gemeindeebene nicht hinreichend kleinteilig und flexibel, wobei die Gebietsreformen die Probleme verschärfen. So lassen sich Fragen der Infrastrukturplanung nur eingeschränkt auf der Gemeindeebene bedienen (z. B. linienförmige Verkehrsinfrastruktur, naturräumliche Bezüge). Verkehrsnachfragemodelle oder Untersuchungen zum Wohnstandortverhalten (Stichwort „Renaissance der Städte“) benötigen Daten unterhalb der Gemeindeebene, um die Innenstadt vom Stadtrand unterscheiden zu können. Auch Betroffenheitsanalysen (z. B. Katastrophen- und Lärmschutz) werden mit kleinräumigen Daten leistungsfähiger oder überhaupt erst möglich.

Viele kommunale Gebietskörperschaften führen Daten unterhalb der Stadt- oder Gemeindegrenzen (z. B. für Baublockseiten). Die Gebietseinheiten sind jedoch nicht einheitlich definiert und daher nur eingeschränkt vergleichbar. Zudem sind die Daten schlecht zugänglich und die Differenzierung endet häufig an der Stadtgrenze. Stadt-Umland-Strukturen lassen sich dann nicht angemessen abbilden.

### 4 Fazit und Lösungsansatz

Die amtliche Statistik hat eine hohe Bekanntheit und Nutzerakzeptanz und bietet einen transparenten Zugang. Sie bürgt für eine hohe Datenqualität. Kurz: sie setzt die Standards. Das auf der Gemeindeebene aufbauende regionalstatistische Analysesystem ist durch die Gebietsreformen entwertet. Es besteht Handlungsbedarf. Durch den fortschreitenden Einsatz von computergestützten Geoinformationssystemen entsteht auch neuer Handlungsspielraum.

Aus analytischer Sicht wäre eine Speicherung von Einzeldaten mit Geokoordinate bzw. Adresse ideal, die nach jeweiligen Anforderungen (Inhalt, Datenschutz) z. B. zu Straßenkorridoren oder Metropolregionen zusammengefasst werden könnten. Anders als in einigen europäischen Staaten ist dies aus Datenschutzgründen in Deutschland bisher nicht darstellbar. Die Speicherung des Raumbezugs in Form der geografischen Gitterzelle (GGZ) (beispielsweise 100 m x 100 m) kann hier einen Kompromiss bieten. Diese erste Vergrößerung der Objekt- oder Wohnadresse erschwert eine direkte Reidentifizierung. Um dies zu ermöglichen, ist eine Änderung des Bundesstatistikgesetzes notwendig. Bei der Ergebnisbereitstellung wären weiterhin die Anforderungen an das Statistikgeheimnis zu wahren (BStatG § 16). Das Statistische Bundesamt hat hierzu bereits umfassende konzeptionelle Vorarbeit geleistet (vgl. z. B. Von Eschwege, Heidrich-Riske 2006; Szibalski 2007).

Vielfach wird jedoch kritisiert, dass die für die Geheimhaltung erforderliche Gitterzellengröße räumliche Phänomene ebenfalls nur unscharf abbildet bzw. GGZ als Untersuchungs- oder Planungsraum per se nur eine geringe Praxisrelevanz hat. Mit der hierarchi-

schen Aggregation (Quadtree-Struktur) der GGZ (vgl. auch Meyer, Kaminger 2007 bzw. Meyer in diesem Band) besteht die Möglichkeit, datenschutzrechtlichen Anforderungen zu entsprechen und gleichzeitig eine höchst mögliche Kleinräumigkeit und Universalität zu wahren. Eine Auflösung von 100 m x 100 m, aber auch noch 500 x 500 m dürfte zudem für die Mehrzahl von Fragestellungen eine belastbare Annäherung bzw. Modellierung an jedwede Gebietskulisse ermöglichen (z. B. Krigingverfahren – vgl. ebenda). Modellierung ist bei der Hochrechnung bereits Standard (z. B. Zensus, Mikrozensus), warum also nicht auch bei räumlichen Daten?

Gelingt die Einführung der GGZ in die amtliche Statistik, ist ein erheblicher Zugewinn an räumlicher Präzision zu erwarten. Es könnten sich neue Analyseeinheiten mit deutlich geringeren Unschärfen in der Abbildung von Funktionalräumen (z. B. Stadt- und Metropolregionen) etablieren. Für die Infrastrukturplanung und kleinräumige Analysen würde eine neue Dimension der räumlichen Datenqualität erschlossen. Deutschland würde mit der Einführung der GGZ elf europäischen Staaten folgen und zu einem harmonisierten Geodatenangebot in Europa beisteuern.

## 5 Literatur

- BBSR (2010): Gebietsreformen – politische Entscheidungen und Folgen für die Statistik. BBSR-Berichte KOMPAKT 6/2010, Bonn.
- BBR (2007): Wohnungs- und Immobilienmärkte in Deutschland 2006. Bonn.
- BIK Aschpurwis + Behrens GmbH (2001): BIK Regionen – Methodenbeschreibung 2000. Onlinedokument: <http://www.bik-gmbh.de/texte/BIK-Regionen2000.pdf> (Zugriff 2011-09-22).
- BMVBS (Hrsg.)/infas und DLR (2010): Mobilität in Deutschland 2008. Bonn, Berlin.
- IKM Initiativkreis Europäische Metropolregionen in Deutschland, BBSR (2008): Regionales Monitoring 2008 – Daten und Karten zu den Europäischen Metropolregionen in Deutschland. Bonn.
- Meyer, W.; Kaminger, I. (2007): Rasterkarten mit variablen Zellengrößen. = Vortrag bei den Schweizer Statistiktage 2007. Onlinedokument: <http://www.statoo.com/sst07/presentations/Meyer.pdf> (Zugriff 2011-09-22).
- Szibalski, M. (2007): Kleinräumige Bevölkerungs und Wirtschaftsdaten in der amtlichen Statistik Europas. In: Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Wirtschaft und Statistik, H. 2/2007, S. 137-143.
- United Nations (2011): World Urbanization Prospects – The 2009 Revision. Data for Urban Agglomerations – Cities over 750.000. Onlinedokument: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm> (Zugriff 2011-09-22).
- Von Eschwege, A.; Heidrich-Riske, H. (2006): Nutzung des Raumbezuges in der amtlichen Statistik. In: Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Wirtschaft und Statistik, H. 2/2006, S. 118-135.





# Möglichkeiten und Grenzen der Regionalisierung statistischer Erhebungen am Beispiel des Zensus 2011

Michael Bubik, Karsten Lamla

## Zusammenfassung

Der Zensus 2011 ist eine europaweite Volks-, Gebäude- und Wohnungszählung. Dabei wird von der EU im Detail vorgegeben, welche Merkmale zu erheben sind, die Methodik bleibt jedoch den Nationalstaaten überlassen. In Deutschland wird dafür zum ersten Mal ein registergestütztes Verfahren eingesetzt. Dabei werden sowohl vorhandene Daten aus verschiedenen Verwaltungsregistern herangezogen als auch neue Daten bei einem Teil der Bürger direkt durch Befragungen erhoben. Dieses Verfahren ist kostengünstiger und belastungsärmer als eine traditionelle Volkszählung, bei der alle Bürger befragt werden. Allerdings stellt die Kombination verschiedener Verfahren eine Herausforderung bei der Erstellung eines kohärenten Auswertungsprogramms dar. Unter Berücksichtigung der Möglichkeiten und Grenzen hat das Statistische Landesamt Baden-Württemberg federführend das Konzept für die Auswertung der Ergebnisse des Zensus 2011 entwickelt.

## 1 Die Auswertung der Zensus-Ergebnisse

Für die Auswertung der Ergebnisse des Zensus 2011 war es aufgrund des erstmals eingesetzten Zensusverfahrens erforderlich, vollkommen neue Konzepte zu erarbeiten. Frühere Volkszählungen in Deutschland basieren auf Vollerhebungen, deren Auswertungskonzepte nicht auf die Ergebnisse des neuen registergestützten Zensus übertragen werden können.

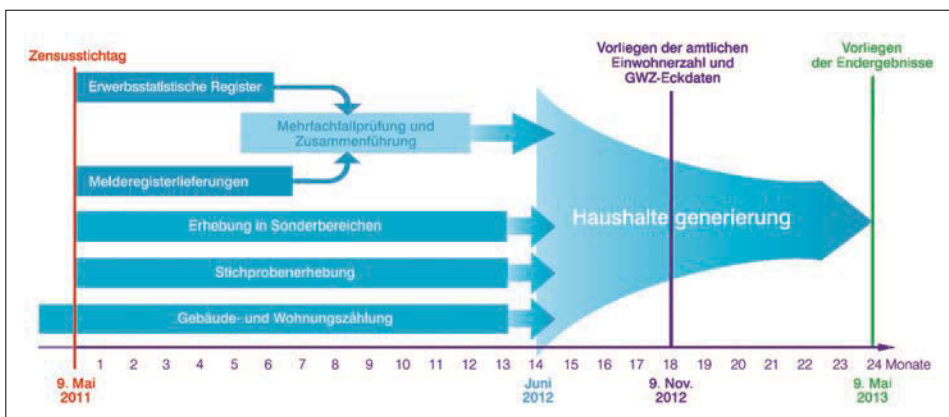


Abb. 1: Ablauf des Zensusverfahrens (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2011)

Neben verschiedenen Datenlieferungen aus Verwaltungsregistern fließen drei große primärstatistische Erhebungen in den Ergebnisdatensatz des Zensus 2011 ein. Dabei handelt es sich um die Haushaltebefragung auf Stichprobenbasis, die Gebäude- und Wohnungszählung sowie die Erhebung an Gemeinschafts- und Anstaltsunterkünften.

Ein zentrales Ergebnis des Zensus 2011 bilden die amtlichen Einwohnerzahlen von Bund, Ländern und Gemeinden. Für über 50 Rechtsvorschriften bilden die Einwohnerzahlen die maßgebliche Bemessungsgrundlage. Dazu gehören insbesondere die Finanzausgleichssysteme auf der kommunalen sowie der Länderebene.

Die weiteren Ergebnisse des Zensus umfassen demografische Daten wie beispielsweise zum Alter bzw. dem Familienstand der Bevölkerung. Auswertbar sind darüber hinaus zusätzliche, nicht in Registern enthaltene Merkmale zur Bildung, Erwerbstätigkeit, Religion sowie zum Migrationshintergrund. Diese Angaben sowie die Ergebnisse aus der Gebäude- und Wohnungszählung können bereits 18 Monate nach dem Zensusstichtag (9. Mai 2011) gemeinsam mit den amtlichen Einwohnerzahlen veröffentlicht werden.

Nach 24 Monaten können dann die aus der Haushaltegenerierung stammenden Ergebnisse veröffentlicht werden. Dafür wurden die Angaben aus den verschiedenen Erhebungsteilen zusammengefügt und Haushalts- und Familienzusammenhänge gebildet. Außerdem lassen sich die Ergebnisbestandteile dann fachlich und regional tiefer auswerten als nach 18 Monaten.

## 2 Möglichkeiten und Grenzen

Die Konzeption der Auswertungsdatenbank versucht einerseits den Ansprüchen, welche von diversen Nutzergruppen formuliert und erwartet werden sowie andererseits den sich aus dem Zensusmodell ergebenden, methodischen Grenzen Rechnung zu tragen. Als ein Kernanliegen gilt die möglichst große und unbeschränkt flexible Auswertbarkeit von Zensusergebnissen für die Nutzer. Hierfür wurde ein umfassendes Auswertungskonzept entwickelt, welches alle fachlich vertretbaren Ergebnisse beinhaltet. Grenzen bilden die fachliche und regionale Tiefe von Auswertungen, die bei einer Haushaltstichprobe nur eingeschränkt belastbare Ergebnisse zulassen. So sind Auswertungen von Merkmalen, die ausschließlich in der Stichprobe erhoben werden, für kleine Gemeinden mit weniger als 10 000 Einwohnern oder für untergemeindliche Auswertungen bei größeren Gemeinden nicht möglich. Anspruchsvoll und für den Nutzer in Teilen erklärungsbedürftig ist zudem die Zielsetzung, kohärente Ergebnisse zu den beiden Veröffentlichungszeitpunkten 18 und 24 Monate nach Stichtag sicherzustellen.

Die Vielzahl an Datenlieferungen aus Registern und primärstatistischen Erhebungen bei einem registergestützten Zensus hat zur Folge, dass unterschiedliche Verarbeitungsstände zu unterschiedlichen Zeitpunkten in komplexen Verfahren plausibilisiert, zusammen-

geführt, abgeglichen und typisiert sowie anhand von Vorfahrtsregeln als Auswertungsmerkmale schließlich in der Auswertungsdatenbank vorgehalten werden müssen.

Die geringere Belastung der Bürger sowie die Realisierung von Kosteneinsparungen gegenüber einer klassischen Vollerhebung bedingen jedoch, dass Ergebnisse aus der Haushaltsstichprobe nur für Auswertungen für Gemeinden ab 10 000 Einwohnern bereitgestellt werden können. Die Stichprobe führt zudem bei weniger häufig auftretenden Ausprägungen von Erhebungsmerkmalen dazu, dass aufgrund eines dann zu hohen Stichprobenfehlers bestimmte Felder auch bei den Gemeinden ab 10 000 Einwohnern nicht veröffentlicht werden können. Bestimmte Auswertungskombinationen können trotz Stichprobenerhebung in kleinen Gemeinden mit weniger als 10 000 Einwohnern aufgrund des zu geringen Stichprobenumfangs nur für Kreisergebnisse zur Verfügung gestellt werden. Noch größere Schwierigkeiten treten bei untergemeindlichen Auswertungen auf. Dort können nur Ergebnisse aus der Haushaltegenerierung, den Registern sowie der Gebäude- und Wohnungszählung veröffentlicht werden. Außerdem beschränkt die statistische Geheimhaltung bei den geringen, ausgezählten Fallzahlen den Umfang der Auswertungsmöglichkeiten. Zur Sicherstellung der Geheimhaltung wird ein pre-tabulares, datenveränderndes Geheimhaltungsverfahren eingesetzt werden.

### **3 Das Veröffentlichungsprogramm**

Unter Berücksichtigung der Möglichkeiten und Grenzen der Auswertbarkeit der Zensus-Ergebnisse wurde ein Auswertungsprogramm entwickelt, das auf mehreren Säulen beruht. Die erste Säule umfasst traditionelle Printmedien, die auch heute einen wichtigen Bestandteil statistischer Veröffentlichungen darstellen. Alle Merkmale, die im Zensus 2011 zur Verfügung stehen, werden als sogenannte Gemeindeblätter auch in gedruckter Form veröffentlicht. Diese dienen vorrangig dazu, kommunalen Entscheidungsträgern die wichtigsten Zensus-Ergebnisse in übersichtlicher Form zu einem möglichst frühen Zeitpunkt zu präsentieren. Sie werden sowohl für die Gemeinden als auch für die Kreise, die Regierungsbezirke, die Bundesländer und den Bund bereitgestellt. Die Gemeindeblätter werden auch der breiten Bevölkerung einen einfachen Zugang zu wesentlichen Zensus-Ergebnissen liefern und sollen darüber hinaus das Interesse an tiefer gegliederten Auswertungen wecken.

Im Gegensatz zur Volkszählung von 1987 kann dieses Interesse mithilfe einer Datenbank im Internet bedient werden, welche die zweite Säule des Auswertungskonzepts darstellt. Die Online-Auswertungsdatenbank ist für jeden frei im Internet verfügbar und bietet fachlich sowie technisch ein breites Spektrum an Auswertungsmöglichkeiten. Es werden sowohl statische als auch dynamische Inhalte über die Auswertungsdatenbank zur Verfügung stehen. Die statischen Inhalte umfassen vordefinierte Tabellen, Schaubilder wie auch digitale Karten. Die dynamischen Inhalte enthalten insbesondere Tabellen,

die von den Nutzern selbst zusammengestellt werden können. Sie umfassen ebenfalls Schaubilder und digitale Karten, die auf Basis der dynamisch erstellten Tabellen generiert werden.

Als dritte Säule kann man das interne Auswertungssystem ansehen, das jedoch der Öffentlichkeit nicht zur Verfügung steht. Während die Online-Auswertungs-Datenbank von jedem Internetnutzer ohne Einschränkungen genutzt werden kann, ist das interne Auswertungssystem nur genau definierten Nutzergruppen vorbehalten. Das hat insbesondere rechtliche Gründe, da das interne Auswertungssystem nicht aggregierte Einzeldaten enthält. Für diese Daten müssen besondere, technische Schutzmaßnahmen eingehalten werden, selbst wenn diese anonymisiert sind und keine Angaben zu Namen und Anschrift mehr enthalten. Der Zugriff darauf wird über eine abgesicherte Verbindung (DOI = Deutschland Online Infrastruktur) ermöglicht. Es haben aber nur solche Institutionen einen Zugriff auf die Daten, die den datenschutzrechtlichen Ansprüchen an die personelle, räumliche, technische und organisatorische Abschottung genügen. Dabei handelt es sich zunächst um die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, die bei Anfragen mithilfe der Einzeldaten Sonderauswertungen erstellen können. Außerdem haben Kommunen mit einer abgeschotteten eigenen Statistikstelle sowie wissenschaftliche Einrichtungen im Rahmen der Forschungsdatenzentren Zugriff auf die Zensus-Einzeldaten. Geeignete Anonymisierungskonzepte sorgen dafür, dass wie überall in der amtlichen Statistik die statistische Geheimhaltung eingehalten wird.

## 4 Die Online-Auswertungsdatenbank

Das Kernstück der Auswertung ist die öffentliche Auswertungsdatenbank, die oben beschriebene zweite Säule. Der Zugang der Nutzer zu den Daten kann dabei auf unterschiedlichen Wegen erfolgen. Wer sich für Daten seines Bundeslandes, seines Regierungsbezirks, seines Kreises oder seiner Gemeinde interessiert, kann über entsprechende Auswahlmenüs oder eine alphabetische Suche die gewünschte administrative Gebiets-einheit finden. Dafür bekommt der Nutzer eine zentrale Übersichtsseite, welche die verschiedenen vordefinierten Tabellen und Schaubilder für die ausgewählte regionale Einheit anzeigt.

Ein weiterer Zugangsweg erfolgt über die Themengebiete. Der Zensus umfasst ein breites Spektrum an auswertbaren Merkmalen. Neben Gebäude- und Wohnungsdaten sind verschiedene Ergebnisse, die sich auf die Bevölkerung beziehen, enthalten. Diese umfassen Informationen zu den demografischen Merkmalen, der Erwerbstätigkeit, der Ausbildung, der Migration und der Religionszugehörigkeit. Ein weiteres Themenfeld sind Familien und Haushalte. Ein Nutzer kann sich zu den verschiedenen Merkmalen eine fachlich tief gegliederte Tabelle (oder ein Schaubild) anzeigen lassen. Ebenso können themenübergreifende Ergebnisse abgerufen werden.

Die Tabellen liegen dabei in verschiedenen Formaten vor. So können die Ergebnisse entweder in optisch ansprechender Form zum Beispiel für Ausdrucke erstellt werden, oder in Formaten, die sich zur Einspielung und Weiterverarbeitung in spezieller Analyse-Software eignen.

Für die Nutzer, denen die vordefinierten Ergebnisse nicht ausreichen, besteht die Möglichkeit, sich Tabellen selbst zusammenzustellen. Basis für diese flexiblen Auswertungen sind hierbei die sogenannten Datenquader. Man kann sich Datenquader als Tabellen mit mehr als zwei Dimensionen vorstellen. Jede Dimension enthält dabei die verschiedenen Ausprägungen eines Merkmals. Diese können zum Beispiel einen sachlichen (höchster Schulabschluss, Stellung im Beruf) oder regionalen Bezug haben. Jede Kombinationsmöglichkeit der verschiedenen Merkmale stellt eine Zelle dar. In einem Datenquader ist jede Zelle mit dem entsprechenden Wert gefüllt. Der Anwender kann sich eine oder mehrere Dimensionen des Quaders aussuchen und diese in einer klassischen zweidimensionalen Tabelle anzeigen, ausdrucken oder in ein anderes Tabellenformat exportieren lassen. Dabei werden die in den Zellen hinterlegten Werte im Hintergrund abgerufen und gegebenenfalls addiert.

In der Praxis wird dies so aussehen, dass sich ein Nutzer aus einer Liste von Merkmalen und Merkmalsausprägungen diejenigen auswählen kann, die ihn interessieren. Es besteht dann noch die Möglichkeit, die Einordnung der Merkmale in Zeilen und Spalten zu ändern. Wenn der Nutzer mit der Auswahl der Merkmale zufrieden ist, kann er die Tabelle erstellen lassen. Im Hintergrund wird auf Basis der Datenquader die Tabelle erstellt und dem Nutzer zur Verfügung gestellt. Die Tabelle kann noch den individuellen Wünschen entsprechend weiter angepasst und dann ebenfalls in verschiedenen Formaten heruntergeladen werden.

Die digitale Deutschlandkarte soll zum einen zur Navigation in den bestehenden Tabellen von Bundesländern, Gemeinden genutzt werden. Andererseits werden digitale Karten auch zur Darstellung von Ergebnissen verwendet. Es ist eine umfangreiche Liste mit Indikatoren verschiedener Themengebiete hinterlegt, die regionale, strukturelle Unterschiede veranschaulicht. Dabei kann sowohl für ganz Deutschland die Struktur der Bundesländer und Kreise verdeutlicht werden als auch für Bundesländer die Unterschiede von Regierungsbezirken, Kreisen und Gemeinden.

Auch hier sind Anpassungen an individuelle Darstellungswünsche möglich. Neben rein optischen Aspekten, wie der Farbpalette kann auch die Einteilung der Klassen (z. B. Alterklassen der Bevölkerung) verändert werden. Dabei kann entweder die gleiche Klassenbreite oder die gleiche Klassenbesetzung erzielt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Klasseneinteilung individuell festzulegen.

Wie bei allen anderen amtlichen Statistiken werden auch beim Zensus 2011 das Statistikgeheimnis und der Datenschutz strikt eingehalten. Die amtliche Statistik trägt dafür Sor-

ge, dass keine Ergebnisse veröffentlicht werden, die Rückschlüsse auf einzelne Personen zulassen. Dies wird durch den Einsatz von Geheimhaltungs- und Anonymisierungsverfahren gewährleistet.

## 5 Literatur

Lamla, K. (2010): Zensus 2011: Auswertung der Ergebnisse. In: Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 11/2010, S. 25-30. Onlinedokument: [http://www.statistik-bw.de/Veroeffentl/Monatshefte/PDF/Beitrag10\\_11\\_05.pdf](http://www.statistik-bw.de/Veroeffentl/Monatshefte/PDF/Beitrag10_11_05.pdf) (Zugriff: 24.08.2011).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011): Onlinedokument: <https://www.zensus2011.de> (Zugriff: 24.08.2011).

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Onlinedokument: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Zensus/Zensusergebnisse.asp> (Zugriff: 24.08.2011).

# Das kleinräumige städtische Gliederungssystem AGK als Basis intrakommunaler Informationssysteme

Rainer Schönheit

## Zusammenfassung

Für zahlreiche Aufgaben in einer Kommune werden aktuelle Informationen nicht nur für die Gesamtstadt, sondern überwiegend räumlich differenziert benötigt. In größeren Kommunen wurde deshalb zur Verwaltung der Raumbezüge das System der Kleinräumigen Gliederung eingeführt. Die Kleinräumige Gliederung als Lokalisierungs- und Zuordnungssystem ist ein unverzichtbares Organisationsmittel der Kommunalverwaltung für Statistik, Planung und Verwaltungsvollzug.

Das Programm AGK mit seiner Kombination aus Adresszentraldatei, Gebäudedatei und Kleinräumiger Gliederung stellt die Basis für das kommunale Geodatenmanagement und das kommunale statistische Informationssystem dar.

Weiterhin werden die kommunal verfügbaren Datenquellen vorgestellt und ausgewählte Indikatoren beispielhaft in verschiedener räumlicher Gliederungstiefe visualisiert.

In der Gegenüberstellung von Rasterdarstellungen zu den nach baulichen und von der Art der Nutzung bestimmten Gesichtspunkten gebildeten Blöcken der Kleinräumigen Gliederung überzeugt die realistische Wiedergabe und hohe Aussagekraft der Indikatoren in der kleinräumigen Darstellung.

Die Verwendung verschiedener Basiskoordinaten zur Berechnung der km<sup>2</sup>-Raster und die Diskussion der jeweils ermittelten Ergebnisse schließt den Artikel ab.

## 1 Einführung

Der Deutsche Städtetag hat bereits 1976 die „Empfehlungen zur kleinräumigen Gliederung des Gemeindegebiets und der Zuordnung von Daten nach Blöcken und Blockseiten“ sowie die „Empfehlung zur Ordnung des Straßen-/Hausnummernsystems als Grundlage der Lokalisierung und Zuordnung von Daten unter Einsatz der ADV<sup>1</sup>“ veröffentlicht. Das erste PC-Programm unter MS-DOS stand ab Mitte 1991 zur Verfügung und baute auf diesem Konzept auf.

Die Kleinräumige Gliederung dient zur Verwaltung der räumlichen Bezüge in einer Kommune. Als Lokalisierungs- und Zuordnungssystem ist sie ein unverzichtbares Organisationsmittel der Kommunalverwaltung für Statistik, Planung und Verwaltungsvollzug. Sie gründet sich auf Straße, Hausnummer und hierarchischer Gebietsgliederung, d. h. auf die

<sup>1</sup> ADV – allgemeine Datenverarbeitung

Adresse als Ortsangabe und eine bis zum (Bau-)Block und zur Blockseite differenzierte räumliche Gliederung des gesamten Gemeindegebietes. Aus diesen Grundbestandteilen des statistischen Raumbezugssystems lassen sich alle anderen Gebietseinteilungen des Stadtgebiets, wie z. B. Wahlbezirke, Sozialregionen, Verkehrszellen oder Schulsprengel, mosaikartig zusammenstellen und die dafür zugehörigen Sachdaten aggregieren.

Die strukturelle Aufteilung des achtstelligen Gliederungsschlüssels ist von Kommune zu Kommune unterschiedlich. Er hängt von der administrativen Struktur und/oder von der Größe der Gemeinde ab (Beispiel siehe Abb. 1).

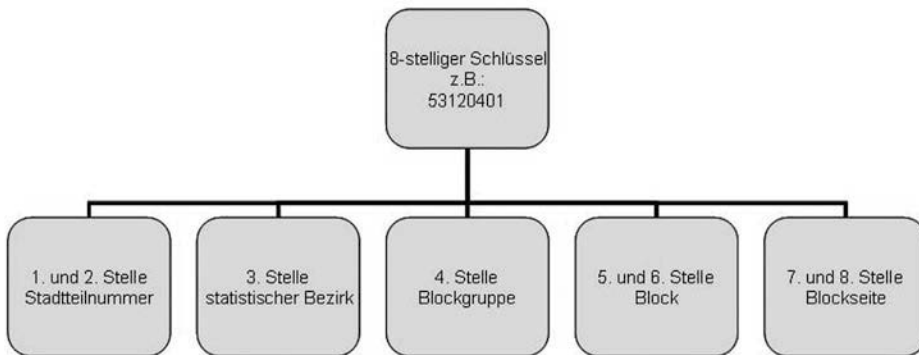


Abb. 1: Schlüssel der Kleinräumigen Gliederung der Landeshauptstadt Erfurt  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## 2 Das Verwaltungsprogramm „AGK“

Das Programm „AGK“ ist ein Produkt des KOSIS-Verbundes. Der KOSIS-Verbund ist eine kommunale Selbsthilfeorganisation, in der sich Städte zur Lösung überregionaler Aufgaben zusammenfinden und ihre Ergebnisse kostengünstig allen Kommunen zur Verfügung stellen. Mit dem Programm **AGK** können alle Elemente des kommunalen statistischen Raumbezugssystems, also die Straßen und Hausnummern (**Adresszentraldatei**), der Gebäudebestand und die Bautätigkeiten (**Gebäudedatei**) sowie die hierarchische Gliederung des Stadtgebietes bis zur Blockseite (**Kleinräumige Gliederung**) mit den darauf aufbauenden Gebietseinteilungen inklusive der räumlichen Historie beschrieben, verwaltet und ausgewertet werden. Dies ermöglicht eine Zuordnung jeder Adresse und jedes Gebäudes mit den zugehörigen Sachdaten für jeden gewählten Zeitpunkt zu einer Blockseite und damit zu jeder übergeordneten Gliederungsebene und jeder Gebietseinteilung. Daraus ergeben sich für diesen Zeitpunkt eindeutige und vollständige Gebietsbeschreibungen, Adress- und Straßenverzeichnisse sowie die Möglichkeiten der räumlichen Auswahl und die Voraussetzungen zur Verdichtung zugehöriger Sachdaten. Über eine GIS-Schnittstelle und den AGK-Viewer wurde eine Visualisierung der Kleinräumigen Gliederung ermöglicht.



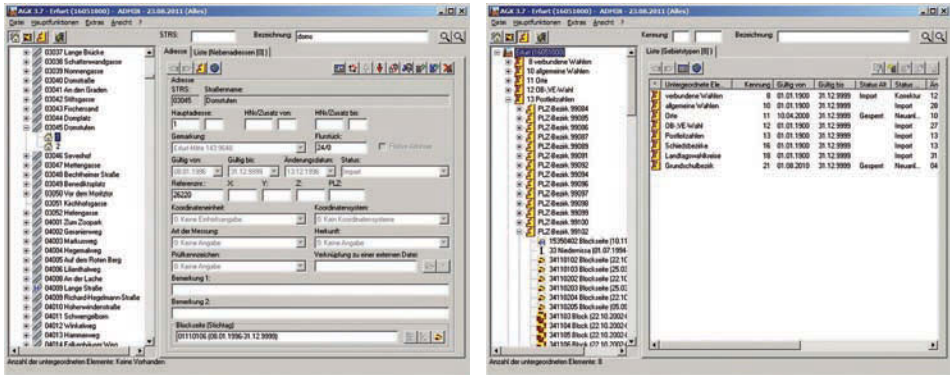


Abb. 2: Die Oberfläche des Programms AGK (Quelle: Eigene Darstellung)

Diese Funktion ermöglicht die Verknüpfung mit Geometrien, Sachdaten und Anwendungen sowie die Visualisierung in Form thematischer Karten, so dass das Programm AGK als integrierter Bestandteil eines kommunalen Rauminformationssystems eingesetzt werden kann. Dies gilt nicht nur für die Kommunalstatistik, sondern z. B. auch für die Vermessungs-, Planungs- und Stadtentwicklungsämter.

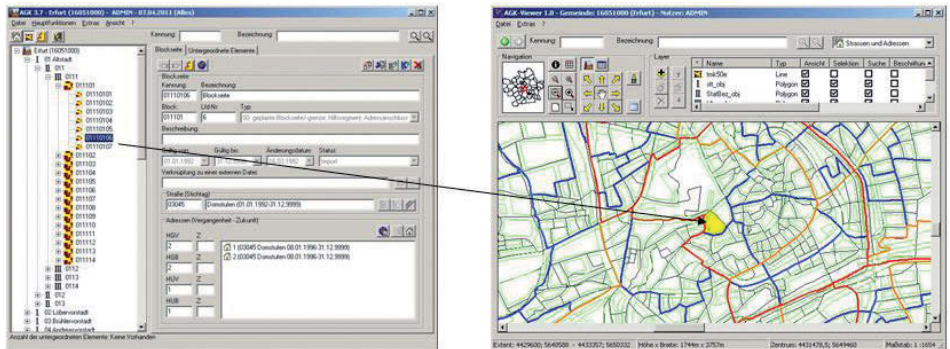


Abb. 3: Die Kleinräumige Gliederung alphanumerisch und geographisch (Quelle: Eigene Darstellung)

### 3 Die kommunal verfügbaren Datenquellen

Für die längerfristige Nutzbarkeit von Informationen, d. h. dem Aufbau von Zeitreihen und der Vergleichbarkeit der Daten müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Kontinuität, d. h. regelmäßige Verfügbarkeit,
- Qualität, d. h. die Inhalte sind geprüft und längerfristig konsistent,
- flächendeckend, d. h. für das gesamte Stadtgebiet erhältlich und
- kleinteilig, d. h. möglichst auf Adressbasis oder Einheiten der Kleinräumigen Gliederung.

Die erschlossenen Quellen mit den oben genannten Eigenschaften betreffen in der Landeshauptstadt Erfurt:

- das Melderegister (städtisches Register),
- das Kfz-Register (städtisches Register),
- das Gebäuderegister (eigene Datenquelle),
- eigene Bürgerumfragen (im Allgemeinen 4 000 Probanden jährlich, ca. 50 % gültige Antworten) und
- die kostenpflichtigen Daten der Bundesagentur für Arbeit.

#### 4 Verknüpfung kleinräumiger Gebiete mit Sachdaten oder Indikatoren

Nachfolgend sollen zwei ausgewählte Beispiele für die Aussagekraft kleinräumiger Darstellungen auf der Ebene „Block“ vorgestellt werden. Bei ausreichender Ortskenntnis ist die Interpretation solcher Karten problemlos (Abb. 4). Z. B. sind im linken Bild folgende „Bebauungsstrukturen in Erfurt“ erkennbar: Die Altstadt mit ihrer überwiegend gewerblichen Nutzung (Handel und Büros – graue Einfärbung), in den umliegenden Vorstädten der Ring der blau gefärbten Blöcke mit der überwiegenden Bebauung mit

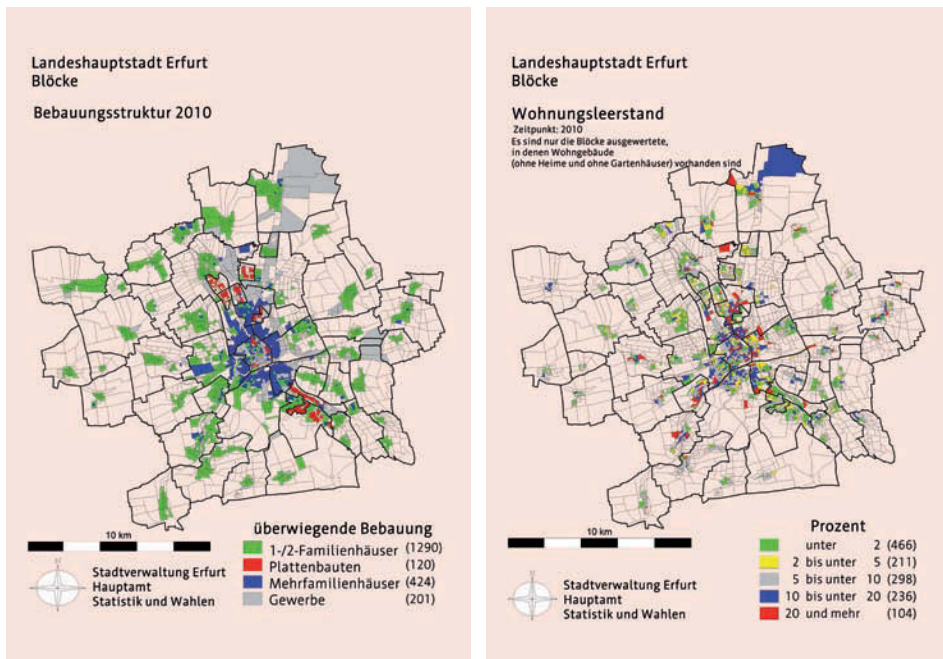


Abb. 4: Beispiele auf der Basis der Blöcke der Kleinräumigen Gliederung  
(Quelle: Eigene Berechnungen)

Mehrfamilienhäusern, insbesondere aus der Gründerzeit, der rot gekennzeichnete industrielle Wohnungsbau der DDR in den nördlichen und südöstlichen Stadtteilen sowie die grün eingefärbten Ein- und Zweifamilienhausstandorte am Stadtrand (einschließlich der 1994 eingemeindeten Stadtteile).

## 5 Anwendung verschiedener Bezugsgeometrien

In der Abbildung 5 ist die Bevölkerungsdichte für die Blöcke der Kleinräumigen Gliederung sowie die besiedelten Flächen der Stadt und für ein km<sup>2</sup>-Raster dargestellt. In allen drei Strukturtypen wurde der gleiche Maßstab für die Flächenfärbung angewendet. Gut sichtbar sind die „roten“, die hochverdichteten Siedlungsgebiete in der Darstellung mit Blöcken der Kleinräumigen Gliederung. Diese Ausprägung wurde in den beiden anderen Gebietstypen nur für wenige Gebiete ermittelt und wurde dazu noch an nicht übereinstimmenden Orten festgestellt.

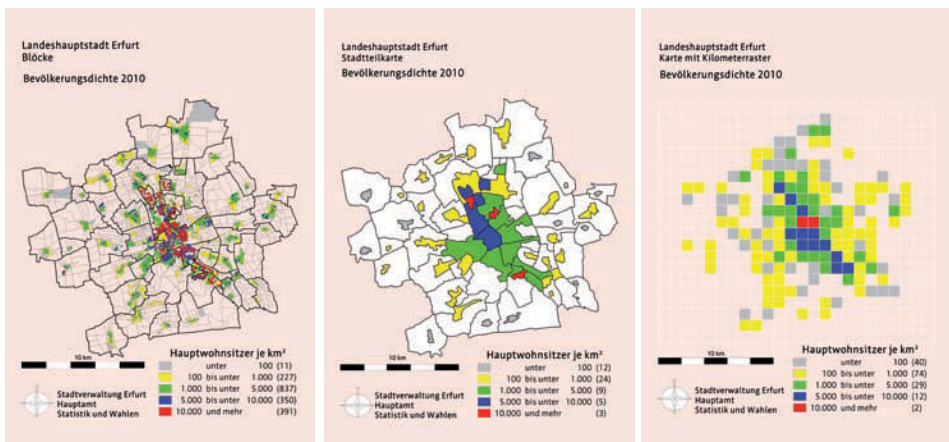


Abb. 5: Bevölkerungsdichte nach Blöcken, besiedelter Fläche und km<sup>2</sup>-Raster (Quelle: Eigene Berechnungen)

Die Gegenüberstellung der Baustruktur auf der Ebene von Blöcken der Kleinräumigen Gliederung und des ha-Rasters liefert ein ähnliches Bild (siehe Abb. 6). Die Verortung der Ergebnisse der ha-Rasterdarstellung könnte mit dem Vorhandensein administrativer Grenzen in der Grafik erleichtert werden.

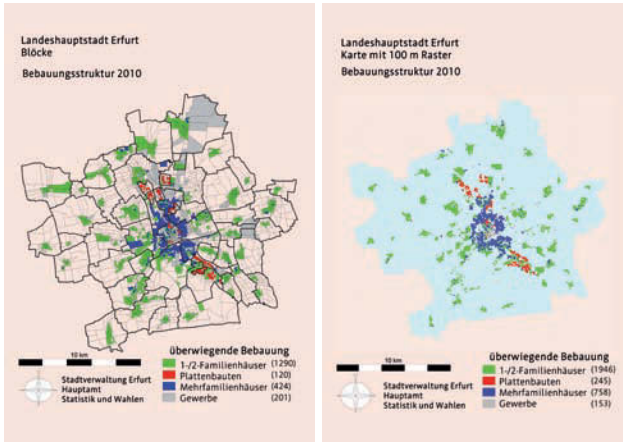


Abb. 6: *Bebauungsstruktur nach Blöcken und ha-Raster (Quelle: Eigene Berechnungen)*

Rasterdaten haben keinen Bezug zu Nutzungsgrenzen. Es werden „zufällig“ Merkmals-träger eingefangen oder ausgeschlossen. Durch die Verschiebung der Ursprungskoor-dinaten der Raster können vollständig andere Eindrücke für den gleichen Sachverhalt er- und vermittelt werden (siehe Abb. 7). Deshalb haben für kleinräumige Analysen Rasterdarstellungen nur eine eingeschränkt Aussagekraft.

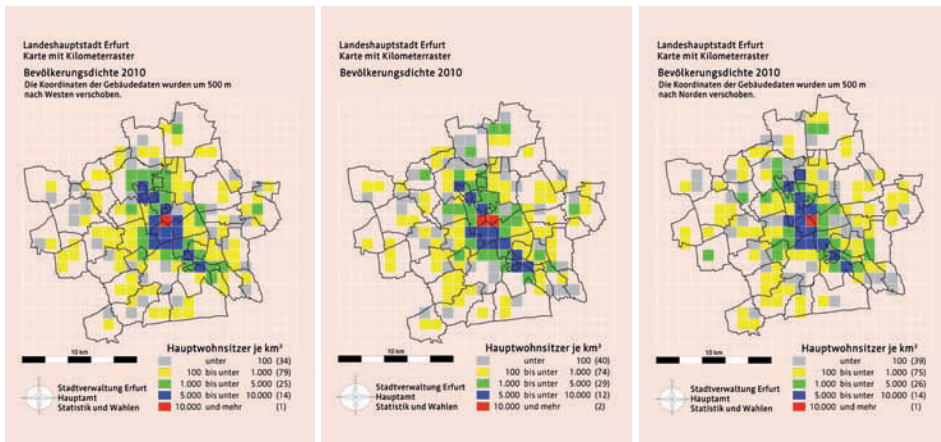


Abb. 7: *Differierende Ergebnisse bei der Verschiebung des Koordinatenursprungs des km<sup>2</sup>-Rasters (Quelle: Eigene Berechnungen)*

## 6 Fazit und Ausblick

Die Darstellung von Daten, Indikatoren oder Quoten für definierte Gebietseinheiten wird immer wichtiger. Durch die Verknüpfung und Quotierung ausgewählter Daten las-sen sich wichtige Informationen prägnant und leicht erkennbar darstellen.

Die Größe der Gebietseinheiten ist stark vom Zweck und vom Adressaten der Darstellung abhängig.

Werden Raster als Gebietseinheiten gewählt, sind die berechneten Ergebnisse nicht so einfach interpretierbar. Sie hängen zum einen vom gewählten Koordinatenursprung und zum anderen vom Einschluss atypischer bzw. Ausschluss prägender Merkmalsträger ab.

Für allgemeine Übersichten können mit groben Rastern zufriedenstellende Aussagen geliefert werden. Konkrete Planungen bedürfen einer angemessenen Feinheit der Struktureinheiten. Für regionale Planungen sind die Blöcke der Kleinräumigen Gliederung eine besonders empfehlenswerte Darstellungsform. Die Kleinräumige Gliederung orientiert sich in ihrer Abgrenzung an der jeweiligen Flächennutzung. Beispielsweise wird der Übergang von baulicher Nutzung zu Parks oder anderen Freiflächen (Wald und Flur) voneinander abgegrenzt und verschiedenen Einheiten, d. h. verschiedenen Blöcken, zugeordnet.

Die Berechnung der gewünschten Informationen basiert immer auf Einzeldaten. Diese werden über ihren Raumbezug (Adresse, Koordinate) den jeweiligen Gebietseinheiten zugeteilt und anschließend die Indikatoren berechnet.

Entsprechend der gesetzlichen Regelungen für die öffentlichen Verwaltungen dürfen datenschutzrelevante Einzeldaten dauerhaft und ohne abschließenden Verwendungszweck nur in den abgeschotteten Statistikstellen vorgehalten werden. Eine Weitergabe von Einzeldaten an Dritte ist nur in gesetzlich definierten Ausnahmen zulässig.

## 7 Literatur

Städtestatistik im Internet, die KOSIS-Gemeinschaft AGK, Onlinedokument: <http://www.staedtestatistik.de/agk.html?&K=0&F=1> (Zugriff 28.04.2011).

Städtestatistik WIKI, AGK Programmübersicht, Onlinedokument: <http://www.staedtestatistik.de/wiki/doku.php?id=agk:handbuch> (Zugriff 30.06.2011).



## **Strategien der Geoinformationsnutzung**





# Geoinformations-Nutzung durch Geodateninfrastrukturen: Das Beispiel GDI Metropolregion Hamburg

Sascha Tegtmeyer

## Zusammenfassung

Die Metropolregion Hamburg ist eine lebenswerte Region und ein dynamischer Wirtschaftsraum. Die Freie und Hansestadt Hamburg und die umliegenden 14 Landkreise bedecken eine ca. 20 000 Quadratkilometer große Fläche und beheimaten mehr als vier Millionen Menschen. In diesem Kontext begegnet die öffentliche Verwaltung verschiedenen Handlungsfeldern, die mit Geoinformationen verknüpft sind.

Um diesen Anforderungen gegenüber zu treten, wurde im Jahr 2007 ein Verwaltungsabkommen über die Entwicklung der Geodateninfrastruktur der Metropolregion Hamburg (GDI-MRH) unterzeichnet. Zu den Zielen der GDI-MRH zählt neben der gesamtregionalen Zusammenarbeit im Geodatenbereich auch der gemeinsame Betrieb eines Geoportals. Die dadurch entstehenden Mehrwerte vereinfachen Abstimmungs- und Planungsprozesse und machen so eine gemeinsame Außendarstellung möglich.

## 1 Einführung

In Deutschland existieren derzeit elf Metropolregionen. In diesen Regionen werden Kräfte aus Wirtschaft, Wissenschaft und der öffentlichen Hand gebündelt und zur Gestaltung und Verbesserung verschiedener Handlungsfelder genutzt. Gleichzeitig gelten die Metropolregionen als Anlaufpunkte für nationale und internationale Interessen.

Die Geschichte der Metropolregion Hamburg (MRH) reicht bis in die 20er Jahre des 20. Jahrhunderts. In dieser Zeit erkannte man die erheblichen wirtschaftlichen Vorteile, die in der Kooperation der Stadt Hamburg und der sie umgebenden preußischen Provinzen lagen. Heute wird auf Grundlage des Regionalen Entwicklungskonzeptes aus dem Jahr 2000 (REK 2000) die Region gemeinsam entwickelt. Einige der Haupthandlungsfelder sind die Bereiche Wirtschaftsförderung, Flächenmanagement und Verkehrsmanagement. In diesem Handlungsrahmen entsteht viel Bedarf, der eng mit Geoinformationen verbunden ist. Um diesen Bedürfnissen zu begegnen, wurde im Jahr 2007 offiziell die in Kapitel 2 beschriebene Geodateninfrastruktur der Metropolregion Hamburg (GDI-MRH) ins Leben gerufen.

## 2 Gründung und Organisation

Die Entwicklung einer gemeinsamen, harmonisierten Geodateninfrastruktur stellt einen wichtigen Beitrag zur Zusammenarbeit in der Metropolregion Hamburg dar. Sie geschieht vor dem Hintergrund ähnlicher Initiativen auf Europäischer-, Bundes- und Länderebene. Die Mitglieder der Metropolregion Hamburg haben die Möglichkeit, neue Technologien in den Bereichen „Geographische Informationssysteme“ und „Geodaten“ einzusetzen und sich gemeinsam zukünftigen fachlichen wie organisatorischen Anforderungen zu stellen.

### 2.1 Entstehung

Der Aufbau einer Pilotanwendung für eine Geodateninfrastruktur mit einem Geoportal für die MRH wurde im Jahr 2003 als Leitprojekt von den Förderfonds Hamburg/Niedersachsen und Hamburg/Schleswig-Holstein finanziell unterstützt. Projektträger war der Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung der Freien und Hansestadt Hamburg (LGV). In der Erstellungsphase bildeten die Projektteilnehmer (Landkreis Harburg, Landkreis Segeberg, Landkreis Stormarn, Gemeinde Seevetal, Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften Lüneburg, Technische Universität Hamburg-Har-



Abb. 1: Partnerkarte (Quelle: GDI-MRH 2011)

burg) eine projektbegleitende Arbeitsgruppe. Für einen dauerhaften Betrieb wurde in diesem Rahmen ein Betriebs- und Finanzierungskonzept für die GDI-MRH entwickelt. Ebenso konnte auf technischer Ebene ein Realisierungskonzept erstellt werden.

Unter diesen Voraussetzungen wurde im Jahr 2007 ein Verwaltungsabkommen über die gemeinsame Geodateninfrastruktur und den Betrieb eines Geoportals in der Metropolregion Hamburg verabschiedet. Mit diesem Abkommen haben sich die Länder Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen sowie zwölf Hamburg umgebende Landkreise zur GDI-MRH vereint. In den folgenden Jahren sind die Landkreise Lüchow-Dannenberg und Ludwigslust sowie das Land Mecklenburg-Vorpommern dem Verwaltungsabkommen ebenfalls beigetreten. Abbildung 1 zeigt die Partner aus der GDI-MRH in einer Übersichtskarte.

Grundsätzliche Punkte dieser Vereinbarung sind die Entwicklung einer gemeinsamen Geodateninfrastruktur, der Betrieb und die Finanzierung eines Geoportals sowie die Wahrnehmung aller inhaltlichen und technischen Koordinierungsaufgaben innerhalb der GDI (Eichhorn 2008, 18). Dieses Verwaltungsabkommen bildet bis heute die rechtliche Grundlage für die Kooperation auf Landes- und Kommunalebene in der GDI-MRH.

## **2.2 Ziele**

Mit dem Verwaltungsabkommen über die GDI-MRH und den Betrieb eines Geoportals in der MRH werden mehrere Ziele verfolgt. Zentraler Punkt ist dabei ein Grenzen überschreitender, einheitlicher Zugriff auf Geobasis- und Geofachdaten für das Gebiet der Metropolregion Hamburg. Ebenso schafft ein gemeinsames Geoportal unter Beteiligung weiterer Akteure, wie der Handelskammer, eine länderübergreifende Zusammenarbeit mit Außenwirkung. Weiterhin existiert die Zielstellung, bestimmten Nutzergruppen Geoinformationsdienste bereitzustellen.

Insgesamt ist bei der GDI-MRH zu beachten, dass die Verknüpfung der Geodaten nach den Grundsätzen der Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE) sowie den Rahmenrichtlinien, Profilen und Modellprojekten der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) erfolgt. Das setzt die Absprache und Verwendung einheitlicher Standards voraus.

Mit Beachtung dieser Ziele wird eine gesamtregionale Zusammenarbeit im Geodatenbereich unter Berücksichtigung der landesspezifischen und kommunalen Geodateninfrastrukturen in Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern ermöglicht. Im folgenden Abschnitt werden die organisatorischen Rahmenbedingungen zum Erreichen dieser Ziele erläutert.

## 2.3 Organisation

Die Organisation der GDI-MRH beinhaltet verschiedene Akteure. Abbildung 2 zeigt schematisch das Zusammenwirken der zentralen GDI-MRH Organisationseinheiten Koordinierungsgremium und Koordinierungsstelle mit den Partnern aus der Metropolregion.

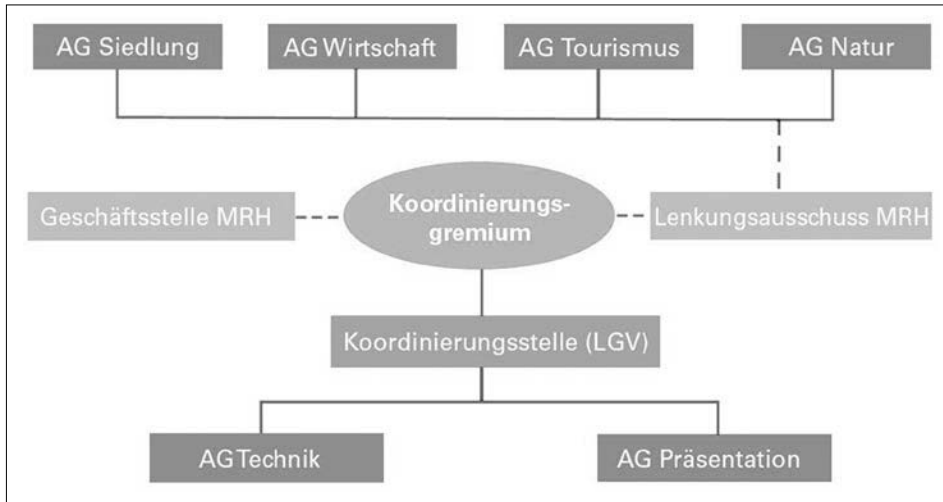


Abb. 2: Organisationsstruktur GDI-MRH (Verwaltungsabkommen 2007)

Das Koordinierungsgremium besteht aus Vertretern und Vertreterinnen der niedersächsischen Landkreise, der schleswig-holsteinischen Kreise, der Freien und Hansestadt Hamburg, der Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie aus Vertretern und Vertreterinnen der Facharbeitsgruppen (AG Siedlung, AG Wirtschaft u. a.) der MRH und der Koordinierungsstelle. Es entscheidet über die Inhalte des Geoportals und beschließt die Umsetzung der von den Arbeitsgruppen erarbeiteten Ergebnisse (Hawerk 2010).

Die Koordinierungsstelle ist personell beim LGV angesiedelt und tritt als fachliche Schnittstelle zwischen den Facharbeitsgruppen der Metropolregion, dem Koordinierungsgremium und den Anwendern auf.

Für die technische Interoperabilität der Daten und Dienste hat die Arbeitsgruppe Technik ein technisches Regelwerk erarbeitet und führt dieses weiter fort. Zur Unterstützung einer intuitiven, benutzerfreundlichen Visualisierung und Analyse der Daten werden im Rahmen der Arbeitsgruppe Präsentation gemeinsame Zeichenvorschriften erarbeitet.

## 3 Geoportal

Ein Geoportal ist ein wesentlicher Baustein einer Geodateninfrastruktur. Im Geoportal der GDI-MRH werden ausgewählte Geofachdaten über eine gemeinsame Benutzer-

plattform im Internet<sup>1</sup> auf einem einheitlichen Kartenhintergrund für Wirtschaft und Verwaltung, vor allem aber für Bürgerinnen und Bürger verfügbar gemacht.

Die beteiligten Länder stellen gemeinsam Geobasisdaten als Hintergrundinformationen zur Verfügung. Zu den bereitgestellten Geobasisdaten gehören die ATKIS-Internetkarte, Luftbilder und die Deutsche Grundkarte 1:5 000.

Mithilfe einer interaktiven Karte kann sich der Benutzer in der Metropolregion orientieren. Ihm stehen vordefinierte Themen zur Verfügung, zu denen er weitere hinzufügen kann. Abbildung 3 zeigt das Geoportal der GDI-MRH.

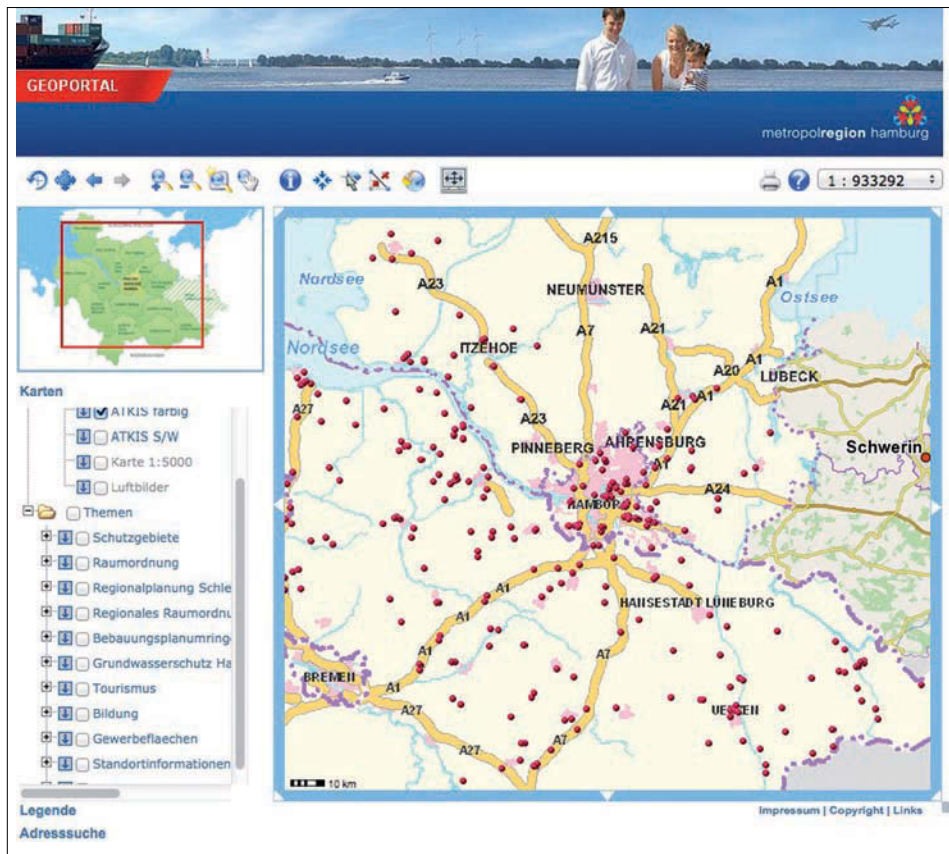


Abb 3: Geoportal der GDI-MRH mit dem Thema Gewerbeflächen (Quelle: GDI-MRH 2011)

Für die räumliche Suche wird ein Gazetteer Service verwendet, der indirekte Georeferenzen, wie zum Beispiel Suche über Straße und Hausnummer, in direkte Koordinaten übersetzt.

<sup>1</sup> <http://geoportal.metropolregion.hamburg.de>

Das Geoportal der MRH setzt einen Web Map Service (WMS) ein, der auf die dezentral verteilten WMS-Dienste der Beteiligten zugreift und somit die Rolle der zentralen Sammelstelle der eingebundenen WMS-Dienste und Daten übernimmt. Dieser Dienst ist auch in anderen Anwendungen einsetzbar (Welzel 2010).

Wie in Abbildung 3 zu sehen, gehören zu den präsentierten Fachthemen beispielsweise die Schutzgebiete, Informationen zur Landes- und Regionalplanung, die Bebauungspläne, Infrastruktureinrichtungen aus den Themengebieten Bildung, Tourismus und Wirtschaft sowie Gewerbeflächen. Das Geoportal mit den Gewerbeflächen und den Hintergrundkarten findet im Gewerbeflächeninformationssystem der Metropolregion (GEFIS) eine themenbezogene Nutzung. Die formularbasierte Suche nach Gewerbeflächen wird durch die vorhandene Geodateninfrastruktur um eine kartenbasierte Suche ergänzt. Außerdem werden metropolregionsweit Online-Exposés automatisch durch aktuelle Geobasisdaten aus der GDI-MRH mit Kartenmaterial versorgt.

## 4 Fazit

Mit dem Verwaltungsabkommen über die GDI-MRH und den Betrieb eines Geoportals in der MRH werden mehrere Ziele erreicht. Eine gesamtregionale Zusammenarbeit im Geodatenbereich und der gemeinsame Betrieb des Geoportals werden ermöglicht. Weiterhin entstehen Mehrwerte durch den Aufbau eines vielfältigen Geoinformationsdienstes für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung in der MRH. Abstimmungs- und Planungsprozesse werden vereinfacht und wirksam nach außen dargestellt.

Die in Kapitel 3 genannten Themen aus dem Geoportal der GDI-MRH belegen den Nutzen regionaler Zusammenarbeit auf dem Geoinformationssektor und zeigen, dass durch eine Geodateninfrastruktur die Voraussetzung für ein länderübergreifendes Flächenmanagement geschaffen werden kann.

## 5 Literatur

- Eichhorn, T. (2008): Geodateninfrastruktur in der Metropolregion Hamburg. In: ALWAYS ON 2008/5, S. 18.
- GDI-MRH (2011): Geoportal. Onlinedokument: <http://www.geoportal.metropolregion.hamburg.de> (Zugriff: 10.08.2011).
- Hawerk, W. (2010): Sachstand Geodateninfrastruktur in der Metropolregion Hamburg. Vortrag zum Symposium: Geodateninfrastruktur – Gemeinsam für die Metropolregion.
- Verwaltungsabkommen (2007): Verwaltungsabkommen über die gemeinsame Geodateninfrastruktur und den Betrieb eines Geoportals in der Metropolregion Hamburg, S. 7.
- Welzel, W. (2010): Quo vadis GDI-MRH: Was bringt die Zukunft? Vortrag zum Symposium: Geodateninfrastruktur – Gemeinsam für die Metropolregion.

# Planungsraumbezogene Informationsbereitstellung für Monitoring und Analyse – Umsetzungsbaustein der Rahmenstrategie Soziale Stadtentwicklung Berlin

*Dietrich Bangert*

## Zusammenfassung

Die Berliner Verwaltung hat sich auf den Weg gemacht, Planen und Handeln stärker sozialräumlich auszurichten und transparenter zu gestalten. Zur frühzeitigen Ermittlung des Interventionsbedarfs wurden unter Federführung des Amts für Statistik Indikatoren zur Charakterisierung von Sozialräumen bestimmt und die erforderlichen Daten in einem verwaltungsinternen Datenpool bereitgestellt.

Zur Nutzung dieses umfassenden Datenangebots wird nun ein leistungsfähiges, aber einfach bedienbares Informationssystem entwickelt, das „Planungsraumbezogene Informationssystem für Monitoring und Analyse“ (PRISMA), welches auf einfache Weise für jedermann zugänglich die Navigation in Daten und Karten sowie die Auswertung und Weiterverwendung der Daten ohne besondere IT- oder GIS-Spezialkenntnisse ermöglichen soll.

Der Umfang, die Heterogenität sowie eine nutzergruppenbezogene Bereitstellung der Datenbestände erfordern ein leistungsfähiges Datenmanagement in der Berliner Verwaltung, welches die Erfassung, Pflege, Bereitstellung und Präsentation der sozialraumrelevanten Fachdaten ermöglicht. Dafür wird ein berlinweit einheitliches, nachhaltiges, nutzbares, leistungsfähiges und flexibel einsetzbares Datenmanagementsystem etabliert. Datenbezug bzw. Datenaufbereitung sollen weitestgehend technisch automatisiert werden. Für die verschiedenen Daten liefernden Verfahren und Informationssysteme werden Schnittstellen entwickelt bzw. unter pragmatischen Gesichtspunkten alternative Datenbezugswege genutzt.

## 1 Einführung

In Berlin wird mit der Umsetzung der Rahmenstrategie Soziale Stadtentwicklung der Versuch unternommen, Planen und Handeln der Verwaltung stärker sozialräumlich auszurichten. Unter dem Stichwort Sozialraumorientierung sollen dafür einerseits die Verwaltungsstrukturen modifiziert, andererseits die Ziele der Rahmenstrategie durch operativ ausgerichtete Projekte unmittelbar befördert werden. Grundlage bildet das „Handbuch zur Sozialraumorientierung“ ([www.stadtentwicklung.berlin.de](http://www.stadtentwicklung.berlin.de)). Sozialräume sollen stadtweit vergleichbar und so Interventionsbedarf frühzeitig erkannt werden. In den Sozialräumen wird ein hohes Maß an Transparenz von Planungen und Maßnahmen möglich und eröffnet erhebliche Potenziale partizipativen Verwaltungshandelns.

In umfassenden Vorarbeiten wurden die räumlichen Abgrenzungen als Grundlage für statistische Auswertungen „Lebensweltlich orientierte Räume“ (LOR) ([www.stadtentwicklung.berlin.de](http://www.stadtentwicklung.berlin.de)) festgelegt und ein gesamtstädtischer Datenpool zusammen mit den Senatsverwaltungen und den Bezirken unter Federführung des Amts für Statistik Berlin-Brandenburg abgestimmt und eingerichtet. Er umfasst knapp 60 thematische Datenbestände (ca. 500 Merkmale), darüber hinaus umfangreiche Bestände an Geodaten Berlins. Neben klassischen sozioökonomischen Daten werden solche zur sozialen Infrastruktur, zu Förderprogrammen und -maßnahmen sowie zur Lebensumwelt nachgefragt.

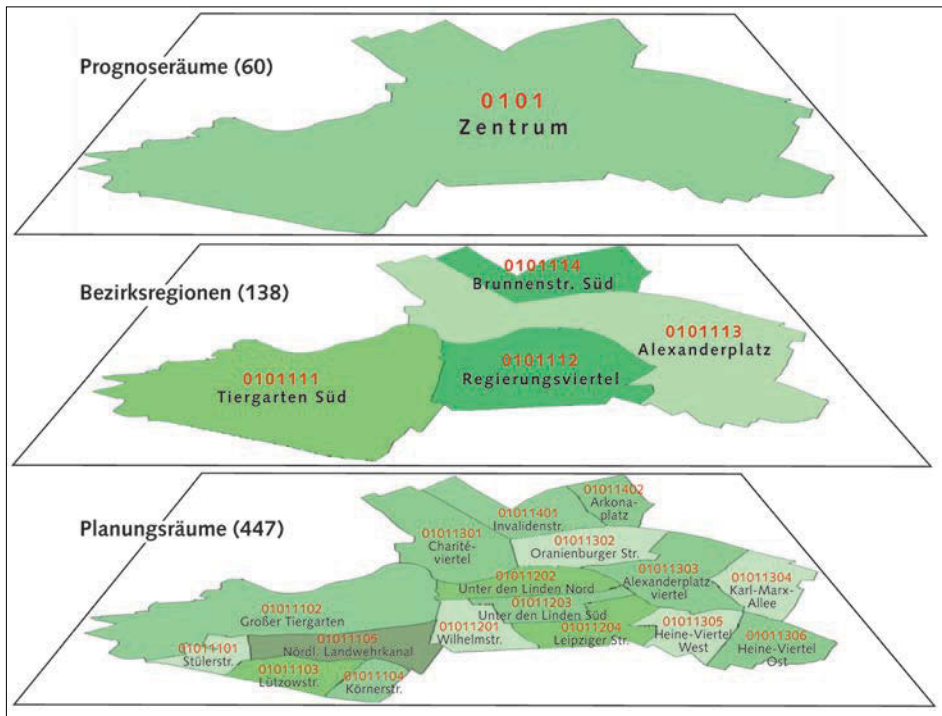


Abb. 1: Ebenen der Lebensweltlich orientierten Räume in Berlin (Quelle: Dietrich Bangert)

Defizite zeigen sich im starken Maße bei der Nutzbarkeit der Daten: Oft entscheidet das Wissen zur Datenaufbereitung über die Nutzung der Daten. Diesem Missstand soll durch den Aufbau eines „Planungsraumbezogenen Informationssystems für Monitoring und Analyse (PRISMA)“ Rechnung getragen werden. Das Projekt wird im Rahmen des Senatsprogramms „ServiceStadt Berlin“ durchgeführt. Es umfasst die Entwicklung und Bereitstellung eines Informationssystems für die zwölf Berliner Bezirke für sozialräumliche Fragestellungen und dient der Analyse und Visualisierung raumbezogener Daten sowie der flexiblen Unterstützung im Berichtswesen und wird zu einem Arbeitsinstrument mit breitem Einsatzspektrum in vielen bezirklichen Fachämtern werden.



## 2 Berlin will es wissen

Im Zusammenhang mit der Umsetzung des Berliner Verwaltungsreformprojektes „Rahmenstrategie Soziale Stadtentwicklung“ (Ergebnisbericht zur Rahmenstrategie Soziale Stadtentwicklung 2009) wurde ein verwaltungsübergreifend abgestimmter Datenpool eingerichtet und mit Daten versehen. Dieser steht der Verwaltungsöffentlichkeit, später in einer weiteren Ausbaustufe mit ausgewählten Informationen allgemein der Öffentlichkeit zur Verfügung. Darüber hinaus werden spezifische Daten in einem integrierten bezirklichen Datenpool bereitgestellt, die nur kommunalen (bezirklichen) Nutzergruppen zugänglich sind. All diese Daten werden in Zukunft regelmäßig fortgeschrieben. Der Umfang sowie die mandantenbezogene Bereitstellung der Datenbestände erfordert ein effizientes Datenmanagement zur Mobilisierung der verschiedenen Datenquellen. Darüber hinaus ist ein leistungsfähiges, flexibles Auskunftssystem für die Endnutzer notwendig.

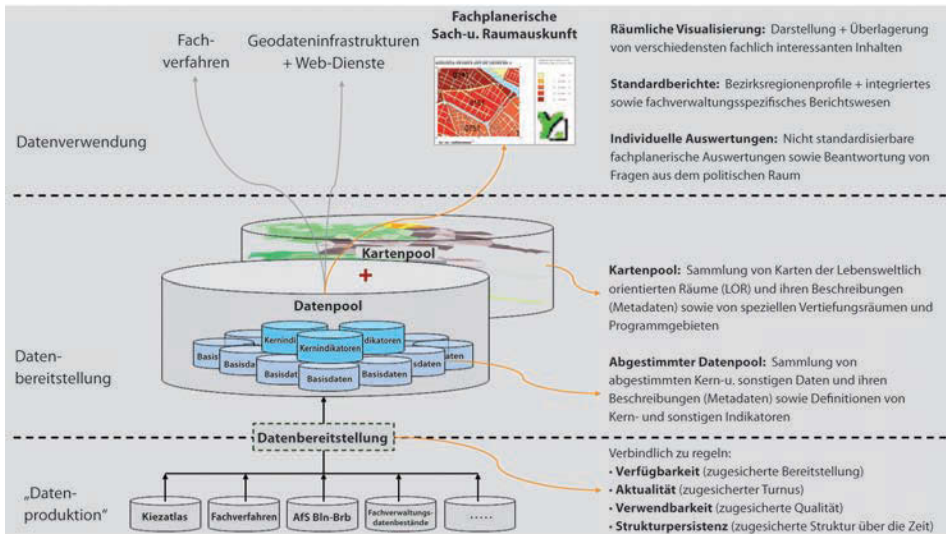


Abb. 2: Entwurf Struktur PRISMA (Quelle: Dietrich Bangert)

Diese beiden Komponenten bilden das „Planungsraumbezogene Informationssystem für Monitoring und Analyse“ (PRISMA) und sollen im Rahmen des Verwaltungsmodernisierungsprogramms ServiceStadt Berlin ([www.berlin.de](http://www.berlin.de)) bis 2012 entwickelt, pilotiert und danach in allen zwölf Berliner Bezirken eingeführt werden. Vorgesehen ist auch die Sicherstellung der Übertragbarkeit auf vergleichbare Aufgabenstellungen (z. B. Stadtumbau-Monitoring). Die Entwicklung von PRISMA übernimmt die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung sowie der Pilot-Bezirk Marzahn-Hellersdorf unter intensiver Einbeziehung der Anwenderbezirke Mitte, Lichtenberg, Pankow, Tempelhof-Schöneberg und Treptow-Köpenick. Bei der Entwicklung werden einschlägige Vorschriften, Richtli-

nien und Standards der Berliner Verwaltung sowie die Auflagenbeschlüsse zum Berliner Haushaltsgesetz 2010/2011 ([www.parlament-berlin.de](http://www.parlament-berlin.de)) berücksichtigt.

### 3 Der Fokus von PRISMA

Zentrales Anliegen ist die Bereitstellung eines leistungsfähigen und einfach zu bedienenden Informationssystems, das Verwaltungsmitarbeiterinnen und -mitarbeitern ermöglicht, auch ohne IT- oder GIS-Spezialkenntnisse eigenständig Auswertungen vorzunehmen. Darüber hinaus soll das Informationssystem hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit für „Power-User“ und Spezialisten gut skalierbar sein, sodass auch komplexere Analysen damit umgesetzt werden können.

Auswertungen können ad hoc erfolgen oder im Rahmen eines integrierten Berichtswesens (z. B. Stadtteil- bzw. Bezirksregionenprofile oder Gesundheits- u. Sozialberichterstattung) genutzt werden. Solche Auswertungen können mandantenbezogen in Nutzerprofilen hinterlegt und an andere Mandanten verteilt werden.

Die Erfassung, Pflege und Bereitstellung der sozialraumrelevanten Fachdaten erfolgt durch ein berlinweit einheitliches, nachhaltig nutzbares, leistungsfähiges und flexibles Datenmanagementsystem. Der Datenbezug bzw. die Datenaufbereitung wird – soweit technisch möglich – weitestgehend automatisiert. Für die verschiedenen Daten liefern den Verfahren und Informationssysteme werden Schnittstellen entworfen und implementiert bzw. unter pragmatischen Gesichtspunkten andere nachhaltige Datenbezugswege entwickelt.

Die Auswertungsfunktionalität wird auch sozialräumliche Analysen und deren grafische (Diagramme) und raumbezogene Darstellung (thematische Karten) umfassen. Eine Schlüsselposition kommt dem Geoinformationsdienst „FIS-Broker“ ([www.stadtentwicklung.berlin.de/uebersicht](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/uebersicht)) als Standard in der Berliner Verwaltung zur Präsentation von Geodaten zu.

Sowohl Datenangebotsbereitstellung als auch Datenmanagement werden in Bezug auf die Geodateninfrastruktur Berlin-Brandenburg und konform zur INSPIRE-Richtlinie (INSPIRE) unter weitestgehender Erreichung von Synergien und Vermeidung von Daten- und Funktionsredundanzen ausgestaltet.

### 4 Fazit und Ausblick

Die Berliner Verwaltung macht sich auf den Weg, das erhebliche Potenzial sozialräumlicher Daten in dem Projekt PRISMA verfügbar zu machen. Dieses Informationssystem wird es zukünftig erlauben, den umfassenden Bestand vorhandener Daten einfacher räumlich in Beziehung bringen zu können und so mehr Planungstransparenz für Ver-

waltung und Bürger zu ermöglichen. Damit sind die Einrichtung einer sozialräumlichen Planungskoordination und der Aufbau eines innovativen Datenmanagementsystems verbunden.

## 5 Literatur

Ergebnisbericht zur Rahmenstrategie Soziale Stadtentwicklung 2009, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung ([http://www.stadtentwicklung.berlin.de/soziale\\_stadt/rahmenstrategie/#ergebnis2009](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/soziale_stadt/rahmenstrategie/#ergebnis2009)).

<http://www.berlin.de/verwaltungsmodernisierung/servicestadt-berlin/>

<http://www.parlament-berlin.de:8080/starweb/adis/citat/VT/16/DruckSachen/d16-2850.pdf>

<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/fis-broker/de/uebersicht.shtml>

[http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten\\_stadtentwicklung/lor/](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/lor/)

[http://www.stadtentwicklung.berlin.de/soziale\\_stadt/rahmenstrategie/download/SFS\\_Handbuch\\_RZ\\_screen.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/soziale_stadt/rahmenstrategie/download/SFS_Handbuch_RZ_screen.pdf)

INSPIRE/Geodatenzugangsgesetz: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/gedateninfrastruktur/de/inspire.shtml>



# Kommunale Geodateninfrastrukturen und sozio-technischer Systemwandel: Entwicklungspfade in Deutschland

Marc Wolfram

## Zusammenfassung

Die Verfügbarkeit und Nutzung kommunaler Geodaten unterliegt seit etwa zwei Dekaden einem äußerst dynamischen Wandel. Dabei greifen die gesellschaftliche Neubewertung von zentralen Herausforderungen für die Stadtentwicklung, Veränderungen der kommunalen Verwaltungen und des regulativen Rahmens sowie insbesondere die Entwicklung und Anwendung neuer Technologien eng ineinander. Der vorliegende Beitrag zeichnet auf der Grundlage einer empirischen Untersuchung in deutschen Städten nach, welche Tendenzen hierbei bislang erkennbar sind. Er unterstreicht, dass viele Potenziale zur Unterstützung einer nachhaltigen Stadtentwicklung durch die intelligente Nutzung von Geoinformationstechnologien bislang nicht aufgegriffen wurden und absehbar auch künftig brachliegen werden. Eine vertiefte Untersuchung von Einzelfällen zeigt jedoch, dass alternative Entwicklungspfade möglich sind und welche Faktoren dabei einen maßgeblichen Einfluss haben. Dabei wird zugleich deutlich, weshalb das theoretische Konzept sozio-technischer Systeme zukünftig einen wichtigen Beitrag leisten könnte, um die Entwicklung in der Praxis gezielter zu steuern.

## 1 Einführung

Überall in Europa haben Städte die Entwicklung kommunaler Geodateninfrastrukturen (GDI) als eine wichtige und dringliche Aufgabe erkannt. Ausgehend von äußerst unterschiedlichen lokalen Voraussetzungen reagieren die Kommunen damit insbesondere auf die jeweilige nationale Umsetzung der INSPIRE Richtlinie – so auch in Deutschland (EG 2007; Deutscher Bundestag 2009). Dabei übertragen sie den begrifflichen, technologischen und organisatorischen Rahmen des Konzeptes „Geodateninfrastruktur“ (Nebert 2004) auf ihre konkrete Situation und nehmen entsprechende Veränderungen vor. Dies ist jedoch durchaus kein geradliniger Prozess einer hierarchischen Implementation nach „Anweisung von oben“, sondern vielmehr eine komplexe Transformation, die bereits lange zuvor begonnen hat: Städte und Stadtgesellschaften sind Gegenstand eines tiefgreifenden sozio-technischen Strukturwandels. Sie sehen sich konfrontiert mit den jeweils lokal-spezifischen Ausprägungen von Klimawandel, Ressourcenverbrauch, Umweltqualitätsverlust, Zersiedelung oder Schrumpfung sowie sozialer Segregation. Diese großen Herausforderungen für eine nachhaltige Stadtentwicklung erfordern einerseits die eigene Handlungsfähigkeit zu verbessern, indem insbesondere über die Grenzen

von Politikfeldern, Gebietskörperschaften und Organisationen hinweg agiert wird und indem ökologische Grenzen und Gerechtigkeitsfragen maßstabsübergreifend und in unterschiedlichen Zeithorizonten neu bewertet werden (Majer 2007). Andererseits geht es darum, hierbei Akteure und Betroffene intensiv einzubinden, die Transparenz im Regierungs- und Verwaltungshandeln zu erhöhen sowie offene Innovationen zu ermöglichen (Nielsen et al. 2010; Grin et al. 2010).

Alle diese Bestrebungen sind letztlich eng verknüpft mit der Verfügbarkeit und Nutzung unterschiedlichster Geodaten sowie mit der Aneignung entsprechender Technologien durch die Akteure. Gerade hier haben sich entlang der gesamten Datenverarbeitungskette umfangreiche technische Neuerungen ergeben: Von der Erfassung über die Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten bis hin zur Vernetzung über das (mobile) Internet und zunehmenden Standardisierung. Insofern stellt die Entwicklung einer kommunalen GDI – zumindest aus theoretischer Sicht – einen Schlüsselbaustein zur Unterstützung einer nachhaltigen Stadtentwicklung dar (vgl. Geertman, Stillwell 2009).

Doch wie wird diese Aufgabe in der Praxis wahrgenommen und interpretiert, und was sind hier die maßgeblichen Motive und Zielsetzungen? Welche Ansätze zur GDI-Entwicklung wählen die Städte und vor allem mit welchem Ergebnis? Dieser Beitrag versucht, auf der Grundlage einer quantitativen und qualitativen Untersuchung erste empirische Antworten auf diese Fragen zu geben. Im Rahmen einer Online-Erhebung unter Städten mit über 50 000 Einwohnern (Rücklauf: 90 Städte aller Größenklassen) sowie von acht ausgewählten Einzelfallstudien (Experteninterviews, Dokumentenanalyse) hat das IÖR dabei die Erfahrungen und Sichtweisen verschiedener beteiligter Akteure (u. a. Vermessungs-, Stadtplanungs-, Umweltämter, Beratungsunternehmen, IT-Dienstleister) ebenso erhoben, wie den aktuellen Stand der Nutzung von Geodaten. Um sich der Fragestellung zu nähern, soll hier zunächst jedoch das Konzept sozio-technischer Systeme vorgestellt werden, welches den theoretischen Ausgangspunkt für die Untersuchung bildet. Im Anschluss daran werden entsprechende Erkenntnisse zur Entwicklungsdynamik in Deutschland zusammengefasst sowie einige wesentliche Anforderungen an die zukünftige Gestaltung kommunaler GDI abgeleitet.

## 2 Untersuchungsansatz

Die zentrale Bedeutung des sozialen und institutionellen Kontextes für die „Diffusion“ und „Adaption“ von Geoinformationssystemen (GIS) ist bereits frühzeitig hervorgehoben worden (vgl. Campbell, Masser 1995; Masser et al. 1996). Auch Rajabifard und Williamson (2001, 20) unterstrichen dies deutlich in ihrem viel zitierten Aufsatz zur Konzeption von Geodateninfrastrukturen: „In order to take full advantage of this approach, it is important to understand the social system of the community or jurisdiction in which the approach is supposed to be executed.“ Betrachtet man allerdings z. B. die Aufsätze

des „International Journal of SDI Research“ seit seiner Gründung 2006, so findet sich lediglich eine Handvoll von Beiträgen, die sich aus sozialwissenschaftlicher Perspektive mit Fragen des Auf- und Ausbaus einer GDI befassen haben (vgl. Richter et al. 2010; Hansen et al. 2011; de Man 2011; Carrera, Ferreira 2007; Geudens et al. 2009). Diese Forschungslücke erstaunt umso mehr, als man nach wie vor davon ausgehen muss, dass Wechselwirkungen zwischen den sozialen und technischen Komponenten einer GDI den entscheidenden Schlüssel darstellen, um die aktuell beobachtbaren Grenzen und Hindernisse bei der Umsetzung zu verstehen. Sie stellen jedoch zugleich auch den zentralen Ansatzpunkt dar, um einer GDI durch alternative Entwicklungsprozesse zu dem ihr oft attribuierten gesellschaftlichen Mehrwert zu verhelfen.

## 2.1 GDI als sozio-technisches System

Das Konzept sozio-technischer Systeme ist der wissenschaftlichen Diskussion in den Feldern der Technikgeschichte und Techniksoziologie entlehnt (vgl. Bijker et al. 1987; Basalla 1988). Ausgangspunkt der systemtheoretisch inspirierten Überlegungen stellt dabei die Beobachtung dar, dass technologische Innovationen grundsätzlich nur im Zusammenhang mit ihrer gesellschaftlichen Verwendung erklärt werden können. Der Ansatz sieht insofern Technologien stets durch bestimmte regulative, finanzielle und institutionelle Beziehungen sowie durch konkrete Routinen und Nutzungspraktiken verknüpft mit den jeweils relevanten öffentlichen und privaten Akteure (Individuen und Organisationen), ihrem Wissen und ihren Präferenzen. In solchen sozio-technischen Systemen können durch wechselseitige Anpassung und Aushandlung stabile Konfigurationen (Regime) entstehen, die weiteren Veränderungen erhebliche Widerstände entgegenzusetzen vermögen. Man denke beispielsweise an das System „Automobil“ oder aber an die „Energieversorgung“ und die bekannten Schwierigkeiten, deren Status Quo auch nur geringfügig durch politische Interventionen zu verändern. Offenbar bedarf es eines beachtlichen Hebels, um solche stabilen Regime zielgerichtet zu transformieren.

Entscheidend ist an dieser Stelle die empirisch begründete Einsicht, dass sozio-technische Systeme sich stets nicht-linear, d. h. dynamisch verändern und zwar durch Einflüsse „von oben“ und „von unten“. Damit sind keinesfalls eine hierarchische Perspektive oder unterschiedliche Verwaltungsebenen angesprochen. „Von oben“ bezieht sich vielmehr auf den eher langfristigen Wandel von Wissen und Wertvorstellungen durch gesellschaftliche Diskurse und Trends (Makro-Ebene). „Von unten“ berücksichtigt den Einfluss alternativer Praktiken und abweichender Verhaltensweisen in innovativen „Nischen“, die eher spontan und kurzfristig entstehen (Mikro-Ebene). Untersuchungen zum Wandel sozio-technischer Systeme illustrieren, wie unterschiedliche kurzfristige Innovationen und langfristige Trends Einfluss auf eine etablierte Systemkonfiguration nehmen (Meso-Ebene). Dabei wird zunächst unabhängig voneinander Veränderungsdruck von oben und von unten ausgeübt, welcher das System zunehmend destabilisiert und

die handelnden Akteure zur Reaktion und Anpassung zwingt. Durch positive Rückkopplungen kann eine sich beschleunigende Dynamik resultieren, die letztlich eine neue Systemkonfiguration und sogar Veränderungen des institutionellen Rahmens zur Folge hat (Abb.1 – vgl. Kemp, Rotmans 2005; Smith et al. 2005; Geels, Schot 2007).

Fasst man also die aktuelle Praxis der kommunalen Geodatennutzung als sozio-technisches System auf, dann stellt das idealtypische Modell einer GDI, wie es sich vielfach in der Literatur beschrieben findet (z. B. Williamson et al. 2003; Bernard et al. 2004), eine mögliche zukünftige Konfiguration dar. Ob diese sich jedoch tatsächlich einstellt hängt von einer Reihe von Faktoren ab, die mithilfe des systemtheoretischen Konzeptes näher untersucht werden können. In der explorativen Studie des IÖR ging es deshalb einerseits darum, die handlungsleitenden Paradigmen und Diskurse der lokalen Akteure zu identifizieren sowie die Rolle von innovativen Nischen herauszuarbeiten. Andererseits galt ein besonderes Augenmerk den Strukturen und Prozessen, die zwischen diesen Einflussgrößen und der etablierten Praxis vermitteln. Die maßgeblichen Akteure und ihr institutioneller Kontext wurden daher ebenso analysiert, wie die relevanten Interaktionsformate sowie Prozesse des Wissenstransfers und des kollektiven Lernens. Im Ergebnis sollten auf diesem Wege typische Entwicklungspfade beschrieben werden, entlang derer sich die Städte auf Grund der jeweiligen Ausprägung der genannten Merkmale bewegt haben und die auch die zukünftige Entwicklung entscheidend beeinflussen werden (Pfadabhängigkeit).

## Ebene

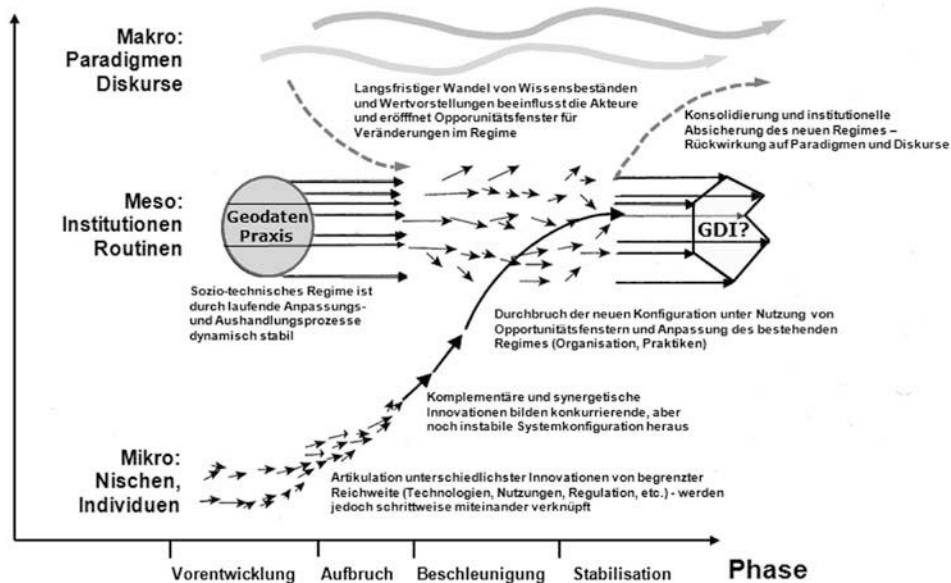


Abb.1: Mehrebenen-Perspektive und Wandel sozio-technischer Systeme  
(Quelle: Geels 2002 – modifiziert)



### 3 Ausgewählte Ergebnisse

Im Hinblick auf den Stand der Nutzung von kommunalen Geodaten lieferte die Befragung der Groß- und Mittelstädte ein recht klares Bild (vgl. ausführliche Dokumentation und Interpretation in: Wolfram 2011a, 2011b). Auf dieser Basis konnte insbesondere konstatiert werden, dass die Leistungsfähigkeit der Verwaltung das dominante Leitmotiv darstellt (Effizienz, Dienstleistungsqualität). Entsprechend bewegen sich die realisierten Nutzungen noch in einem eng begrenzten Spektrum (v. a. Intranetabfragen, Ausbau der Analysekapazität, neue Informationsdienste), wenngleich sich die verwaltungsinterne Nachfrage nach Geodaten langsam verändert (zunehmende Ansprüche an politikfeld-, ebenen- und grenzübergreifendes Arbeiten). Formale Entwicklungskonzepte haben zwar einen großen Einfluss auf die Orientierung der Akteure und faktische Geodatennutzung (Ziele, Funktionalitäten, Ressourcen- und Datenverfügbarkeit), liegen aber bislang lediglich in der Hälfte der Städte überhaupt vor. Unklar blieben jedoch auf Grund der Methode (quantitative Erhebung) notwendigerweise diejenigen Faktoren, welche diese Entwicklung maßgeblich beeinflusst hatten und die insbesondere für im Einzelfall stark abweichende Pfade verantwortlich (gewesen) sind. Hier setzten die qualitativen Fallstudien an, für die kontrastierende Beispiele aus allen Größenklassen ausgewählt wurden. Aus der Bandbreite und Detailfülle der Resultate sollen hier fünf Aspekte hervorgehoben werden, die im Sinne des oben beschriebenen Konzeptes sozio-technischer Systeme und ihrer Dynamik eine Schlüsselstellung einnehmen. Sie liefern wertvolle Hinweise für die zukünftige Steuerung der Entwicklung.

#### 3.1 Kognitiver und normativer Rahmen

Hinsichtlich der maßgeblichen Orientierungen und Präferenzen sehen die Akteure der kommunalen Verwaltung den Mehrwert einer GDI vor allem in einer höheren Effizienz bei der Durchführung ihrer Routineaufgaben, und zwar sowohl in den Querschnittsbereichen Vermessungswesen, Organisation und IT-Steuerung als auch in den Fachämtern. Im Mittelpunkt stehen die Rationalisierung von Systemen und Datenmanagement sowie die Erfüllung regulativer Verpflichtungen. Das Bestreben um eine kommerzielle Nutzung von Geodaten, welches noch in den 1990er Jahren ein zentrales Motiv darstellte („Geodatenmarkt“), wurde damit von INSPIRE, aber auch durch das mittlerweile gut ausgebaute kommunale E-Government als normativer Referenz abgelöst. Was bislang jedoch gänzlich fehlt, ist jeder Bezug der GDI zu übergeordneten (lokal-) politischen Zielsetzungen bzw. zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung und deren auch prozessualen Implikationen. Lediglich sektorale Teilziele wie die Verbesserungen der Umweltqualität oder der Wettbewerbsfähigkeit werden thematisiert, aber nur selten der grundsätzliche Zusammenhang zwischen der GDI und einer gezielten Politikintegration, der Interaktion mit Dritten oder die Veränderung von Planungsabläufen. Diese Bezüge finden sich interessanterweise eher in den Aussagen einzelner Beratungsunternehmen wieder, welche

im Auftrag der Kommunen Konzepte für den GDI-Aufbau erarbeitet haben – aber das Echo in der Verwaltung fehlt bislang. Insofern fallen Anspruch (s. o.) und Realität hier deutlich auseinander und Impulse für einen strukturellen Wandel bleiben meist aus.

### 3.2 Wissensressourcen

Der oben skizzierte kognitive und normative Rahmen erklärt sich zu einem erheblichen Teil aus den Informationsquellen, welche die Akteure nutzen. Insbesondere der Austausch zwischen den verantwortlichen Fachbereichsleitern anderer Städte (mit Blick auf vergleichbare Problemlagen und Lösungen – also nicht mit anderen Gemeinden *aus der Region*), Fachzeitschriften, Fortbildungsseminare von Softwareherstellern und Hersteller-messen bzw. Anwendertreffen werden als wichtigste Referenzen hervorgehoben. Damit bewegt man sich allerdings stets innerhalb der (diskursiven) Grenzen einer bundesweiten GIS- und GDI-Gemeinschaft. Innerhalb der kommunalen Verwaltungen bestehen zudem massive Wissens-Asymmetrien zwischen den Entwicklern (meist Vermessungs-ämter) und Nutzern (Fachämter) der GDI, die sowohl die Wahrnehmung des aktuellen Status Quo, als auch Zielsetzungen für die Zukunft beeinflussen. Während auf Entwick-lerseite grundlegende Kenntnisse der relevanten Fachaufgaben fehlen, mangelt es auf Nutzerseite am erforderlichen technischen Wissen, um bestehende Defizite bewerten oder neue Anwendungen kreieren zu können. Dieser Umstand verhindert jedoch den produktiven Dialog ebenso wie Initiativen für eine Konvergenz der Wissensbestände. Insbesondere fehlt es beiden Akteursgruppen an grundlegendem Wissen zur Gestaltung von Veränderungsprozessen in ihrer Organisation und darüber hinaus (Transformations-wissen – vgl. Hirsch-Hadorn, Pohl 2007). Universitäre oder wissenschaftliche Einrich-tungen bzw. Berater können hierbei einen wichtigen Beitrag leisten, werden aber nur sehr selten eingebunden. Die Methoden, mit deren Hilfe das gegenwärtige System von Praktiken und Technologien verändert werden soll, basieren vielmehr üblicherweise auf dem „Bauchgefühl“ der leitenden Mitarbeiter im Bereich Vermessung. Überlegungen zu einer Strategieentwicklung werden oft, wenn überhaupt, erst angestellt, wenn die begrenzte Reichweite des gewählten Ansatzes bereits deutlich geworden ist. Sympto-matisch erscheint in diesem Zusammenhang, dass in einem Fall sogar die Durchführung der Experteninterviews im Rahmen des Forschungsvorhabens dazu geführt hat, dass nunmehr eine integrierte Strategie für die GDI-Entwicklung erarbeitet werden soll.

### 3.3 Schlüsselakteure

Mit Blick auf die Akteure wurde insbesondere deutlich, welche zentrale Rolle den je-weiligen Leitern<sup>1</sup> des Bereiches Vermessung bei der Entwicklung der kommunalen GDI

<sup>1</sup> Frauen sind in dieser Position bislang gar nicht und im Bereich Vermessung insgesamt nur vereinzelt anzutreffen. Auswirkungen dieser Personalentwicklung auf Form und Inhalte des Geodatenmanagements wurden bislang nicht untersucht, können aber durchaus vermutet werden (vgl. Peters, Bensel 2002).

zukommt. Basierend auf einer starken persönlichen Motivation (fachliches Interesse, Ausbau der eigenen Position) sind sie es, die erstmalig die Initiative ergreifen und sich stetig um ein stärkeres Bewusstsein für GIS-Fragen innerhalb der Verwaltung bemühen. Durch enge Zusammenarbeit mit dem Organisationsamt (Beschaffung, IT-Steuerung) und den IT-Dienstleistern, den Entwurf interner Regelwerke (Dienststanweisungen o. ä.) sowie das gezielte Einholen politischer Unterstützung (Bürgermeister) gestalten sie oft ein effektives Implementations-Netzwerk. Dabei agieren sie vorwiegend als technische Manager und verwaltungsinterne Dienstleister, übernehmen jedoch auch eine Reihe von Aufgaben, die weder ihrer ursprünglichen Ausbildung (meist Vermessungswesen) noch ihrer Stellenbeschreibung entsprechen – z. B. als Anwendungsentwickler, Berater, Regulierer oder Moderator. Diese intermediären Funktionen verweisen letztlich auf die Lücken, die das weithin fehlende Bewusstsein für die Bedeutung der GDI-Entwicklung in der lokalen Politik verursacht. Nur selten kommt es zu politischen Interventionen, dann allerdings getrieben vom Interesse an der Imagewirkung bestimmter Anwendungen (z. B. Solarkataster, 3D-Stadtmodell). Vor allem aber finden sich kaum Beispiele für organisatorische Ansätze, in denen die Nutzer innerhalb und außerhalb der Verwaltung eine signifikante Rolle spielen. Eine Hinwendung zu den Nutzern erfolgt meist lediglich, um ein zentralisiertes Controlling zu ermöglichen – wie dies z. B. die Einrichtung einer „Lenkungsgruppe“ auch semantisch widerspiegelt.

### 3.4 Interaktion und kollektives Lernen

Kollektives Lernen ist maßgeblich durch Interaktion und Wissenstransfers zwischen den Akteuren bedingt. Daher stellt die Restrukturierung des Bereiches Vermessung und Kataster (Amt 62 nach Verwaltungsgliederungsplan der Kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement – KGSt), die zwischenzeitlich in fast allen Städten stattgefunden hat, einen entscheidenden Meilenstein der GDI-Entwicklung dar. Hierbei wurden oft wichtige Merkmale, wie die Zuordnung innerhalb der Verwaltung, Kompetenzen, Mitarbeiterstab und Budgets, neu festgelegt. Förderlich für organisatorisches, soziales oder politisches Lernen erscheint hier mit Blick auf die intermediären Funktionen (s. 3.3 oben) eine sowohl von den Fachämtern als auch von der IT-Steuerung unabhängige Positionierung eines neuen Querschnittsbereiches (z. B. „Geodatenmanagement“), verbunden mit dem Ausbau und der Anpassung entsprechender personeller Kapazitäten. Vielerorts wurden die neuen Aufgaben jedoch dem Bereich Vermessung übertragen, ohne dessen Zuordnung oder Kompetenzen grundsätzlich zu überdenken. Stattdessen wurden abteilungsübergreifende Gremien neu geschaffen und mehr oder weniger formalisiert (Lenkungsgruppen, Beiräte, Arbeitskreise, etc.). Die Wirkung dieser Gremien bleibt jedoch bislang meist beschränkt durch ihre Konstitution und Zuständigkeit: Unter der Federführung des Vermessungsamts und unter Beteiligung von GIS-Bearbeitern der Fachämter sowie der technischen Einheiten besteht die prinzipielle Aufgabe dabei in der

Koordination dezentraler GIS-Nutzungen. Amtsleiter, Gemeinderäte oder Bürgermeister sind hier ebenso wenig vertreten, wie zivilgesellschaftliche Gruppen. Solche Gremien leisten daher vor allem einen Beitrag zur verwaltungsinternen Harmonisierung von GIS-Aktivitäten und -Diskurs, jedoch kaum zu kollektiven Lernprozessen. Ausnahmen von diesem Muster sind bisher lediglich dann entstanden, wenn die GDI Teil einer breiteren Initiative mit verschiedenen, v. a. politischen Zielsetzungen geworden ist.

### 3.5 Pilotprojekte und experimentelles Handeln

Die untersuchten GDI bieten kaum Raum für ergebnisoffene oder experimentelle Ansätze im Sinne von „Nischen“, und zwar weder zur Entwicklung der Struktur der GDI, noch für konkrete Nutzungen. Erst mit der fortschreitenden Umsetzung werden zunehmend auch Nutzeranforderungen artikuliert, was häufig der Auslöser für die Entwicklung spezifischer Anwendungen im Rahmen von Pilotprojekten ist (z. B. Bauberatung, Brachflächenkataster). Solche Projekte werden dann allerdings von allen Beteiligten als äußerst produktive Katalysatoren beschrieben. Sie erfordern kreative Lösungen für konkrete Probleme, bedingen dadurch vielfältige Lernsituationen für die Akteure und helfen so, Wissens-Asymmetrien abzubauen und Positionen anzunähern. Steuern können diese „Piloten“ allerdings meist noch nicht: Es fehlt der strategische Rahmen und eine systematische Evaluation, um die Erfahrungen rückkoppeln und Resultate übertragen zu können. Vor allem werden solche Projekte zu spät aufgesetzt, um strukturellen Einfluss auf die Planung und Organisation der GDI selbst nehmen zu können. Umgekehrt konnte im Einzelfall belegt werden, dass eine Konzentration auf die *Genese* von Pilotprojekten durch Beratung und enge Kooperation mit Nutzern in Politik und Verwaltung die Entwicklung der GDI und vielfältiger Anwendungen erheblich beschleunigen kann.

## 4 Folgerungen: Entwicklungspfade kommunaler Geodateninfrastrukturen

Damit wird in Umrissen das Spektrum an Entwicklungspfaden erkennbar, welche die Umsetzung kommunaler GDI in Deutschland charakterisieren. Städte unterscheiden sich erheblich sowohl hinsichtlich des vorherrschenden Verständnisses und der Vision für eine GDI als auch in ihrem Engagement und ihrer Fähigkeit, die praktische Umsetzung zu steuern. Auf ihrem Weg zeichnen sich bislang zwei Meilensteine ab, die auch die weitere Entwicklung maßgeblich prägen werden. Dies ist zum einen die verwaltungsinterne Restrukturierung und Deregulierung der Bereiche IT und Vermessung, durch die entscheidende Weichenstellungen vorgenommen wurden. Zum anderen erfolgte nach einer Phase der Rationalisierung und technischen Harmonisierung eine erste Hinwendung zu Nutzeranforderungen im Rahmen von Pilotanwendungen, die punktuell den Mehrwert einer GDI demonstrieren konnten (wenngleich vornehmlich für die Verwal-

tungen selbst). Bis hierhin ähnelt sich die Situation in den Städten hinsichtlich der Geodatenutzung noch weitgehend.

Gegenwärtig beginnt jedoch eine dritte Phase der GDI-Entwicklung, in welcher sich vor allem die systemischen Differenzen zunehmend bemerkbar machen (werden). Statt Konvergenz im Sinne eines „Mainstreams“ sind für den weiteren Verlauf daher höchst unterschiedliche Resultate zu erwarten. In Anbetracht der erhobenen Merkmale befinden sich viele Städte derzeit offenbar auf einem Pfad, den man als „technische Optimierung“ bezeichnen kann. Demgegenüber ist es bisher nur sehr wenigen Städten gelungen, mit ihrer GDI-Entwicklung einen „nachhaltigen Wandel“ zu verknüpfen, welcher über reine Effizienzgewinne im Verwaltungshandeln hinaus in Zusammenarbeit mit den relevanten Akteuren auch auf verschiedene Politikziele und verbesserte Anpassungsfähigkeit ausgerichtet ist. Immerhin: Für die theoretische Möglichkeit einer krisenhaften Entwicklung, ausgelöst z. B. durch Unterlassungen und/oder massive Fehlallokation, fanden sich in der Praxis keine Anhaltspunkte.

Die untenstehende Übersicht verdeutlicht die beiden dominanten Pfade als Ränder eines Spektrums anhand von Merkmalen sozio-technischer Systeme auf Makro-, Meso- und Mikroebene (Tab.1). Diese bilden sowohl kognitive und normative, als auch institutionelle, verfahrensbezogene sowie technische und funktionale Aspekte ab. Je nachdem,

Tab. 1: Merkmale alternativer GDI-Entwicklungspfade (Quelle: Eigene Darstellung)

	„Technologische Optimierung“	„Nachhaltiger Wandel“
Kognitiv & Normativ	Pflichtaufgabe	freiwillige Aufgabe
	technologieorientiert/Architekturentwicklung	nutzerorientiert/Leitbildentwicklung
	Bezugsraum entspricht Kompetenz	maßstabsübergreifende Bezugsräume
	Nutzung für operative Tätigkeiten: Analysen, Berichte, Koordination, Maßnahmenfindung, Information	Nutzung für strategische Tätigkeiten: Leitbilder, Monitoring, Politikevaluation
	Leistungsfähigkeit der Verwaltung	Lebens-, Umwelt- und Standortqualität
	Effizienz als Maßstab/quantitative Kriterien	Nachhaltigkeit als Maßstab/qualitative Kriterien
Institutionen & Prozess	Koordinationsgremien	Mediationsgremien
	deskriptiv, analytisch	normativ, wertend
	Strategieentwicklung als implizites Produkt	Strategieentwicklung als expliziter Prozess
	exklusiv/interne Koordination mit wenigen Akteuren	inklusiv/Beteiligung vieler interner & externer Akteure
	invariable Steuerung und lineare Implementation	adaptive Steuerung und Implementation
	Fokus auf bestimmte Nutzungen	Fokus auf Nutzungsgenese
Funktion & Technologie	Geobasisdaten/enges Spektrum	Geofachdaten/breites Spektrum
	kommunale Daten/ Nutzung konventioneller Quellen	relevante Daten/ Erschließung neuer Quellen
	Datenbereitstellung: Auskunftssystem, räumlicher Index, Visualisierung	Bearbeitung und Interpretation von Daten: WebGIS, Analyse, Simulation
	Datennutzung im Intranet/restriktiver Zugriff	Datennutzung im Internet/offener Zugriff
	formale und Routineaufgaben: FNP, Ver-/Entsorgungspläne, B-Planung, Genehmigungsplanung, Stadtgestaltung	informelle und neue Aufgaben: STEP, teilräumliche Konzepte, Brachflächen-/Baulandkataster, Zentrenkonzepte, thematischer Stadtplan, Stadtmonitoring

welche Ausprägungen der Tendenz nach vorliegen, wird ein unterschiedlicher Entwicklungspfad beschritten, der im Laufe der Zeit zu einer gänzlich anderen Form von kommunaler GDI, aber auch zu anderen Rückwirkungen auf die Stadtentwicklung führt (Abb. 2).

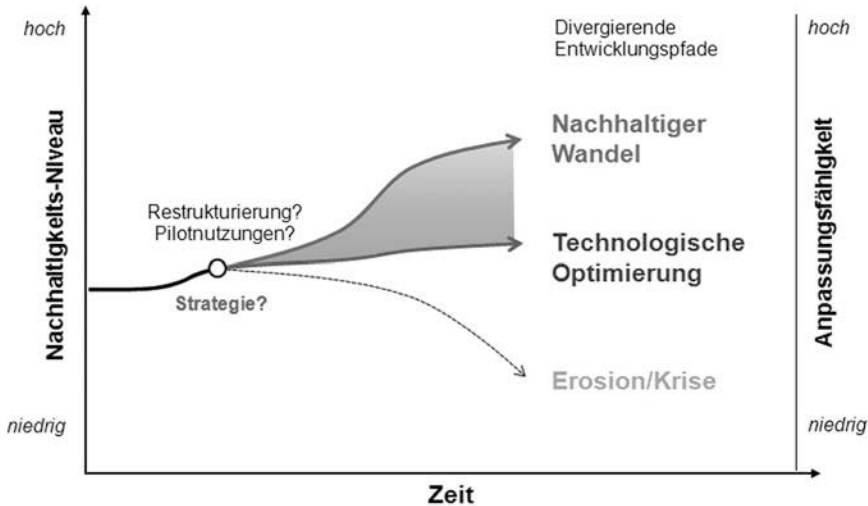


Abb. 2: Spektrum der Entwicklungspfade kommunaler GDI (Quelle: Eigene Darstellung)

## 5 Ausblick: Zukünftige Anforderungen

Aus diesen Ergebnissen können für die zukünftige Entwicklung und Gestaltung einer kommunalen GDI drei wesentliche Anforderungen abgeleitet werden, die sich wechselseitig ergänzen. Maßgeblich für deren Einordnung ist ein erweitertes Verständnis kommunaler Geodateninfrastrukturen als emergente Konfiguration eines adaptiven sozio-technischem Systems. Diese Perspektive ermöglicht es, die jeweilige lokale Dynamik der GDI-Implementation zwischen Diskurs, Regime und Nischen zu erkennen und ihre wesentlichen Parameter gezielter zu beeinflussen. Ansatzpunkte hierfür ergeben sich auf allen drei Ebenen (vgl. nachfolgende Anforderungen) sowie mit Blick auf deren bewusste Verknüpfung im Prozess:

Erstens sollten auf der Ebene des aktuellen Regimes die Position und das Profil der federführenden Organisationseinheit (Vermessung) sowie von intermediären Gremien neu bewertet werden. Eine klare querschnittsorientierte Führungsrolle (z. B. Zuordnung im Hauptamt) wäre dabei zu verknüpfen mit einer Funktion als unabhängiger Mediator und Berater, auch und gerade über die Verwaltung hinaus. Dabei wäre fehlendes Transformationswissen gezielt auszubauen; Lern- und Innovationsprozesse könnten strukturell forciert werden.

Zweitens gilt es, gezielt Freiräume für experimentelles Handeln zu schaffen (physische, finanzielle und institutionelle) und strategisch so zu verknüpfen, dass ihre Resultate Synergien aufweisen und möglichst breit aufgegriffen werden können. Projekte zur Umsetzung von Pilotanwendungen müssten frühzeitig lanciert werden, um den praktischen Nutzen einer GDI illustrieren und damit wiederum vielfältige neue Nutzungen generieren können. Dabei sind vor allem neue Interaktionsformate auszubauen, die eine Beteiligung aus Politik, Zivilgesellschaft und Wissenschaft ermöglichen und damit zunächst zur Destabilisierung, letztlich aber zur Systeminnovation beitragen können.

Drittens sollte die GDI als Schlüsselbaustein einer nachhaltigen Stadtentwicklung aufgefasst werden und sich damit an einer übergeordneten Vision im stadtreionalen Maßstab orientieren. Diese Vision müsste die GDI mit konkreten Herausforderungen und Prioritäten stadtreionaler Entwicklung in Politik und Gesellschaft verknüpfen, illustriert anhand von Geodaten, Anwendungen und Nutzungen. Sie sollte auf einer breiten öffentlichen Debatte mit den Akteuren und Betroffenen beruhen, beispielsweise als Teil einer E-Governance-Strategie oder einer Initiative zur Entwicklung als „intelligente Stadtregion“. Dadurch wäre sicher zu stellen, dass die politische Relevanz der GDI breite Anerkennung findet und ihr Aufbau eng mit konkreten Meilensteinen einer nachhaltigen Stadtentwicklung verbunden wird.

Diese zentralen Ansätze könnten den Städten helfen, sich bei der Entwicklung ihrer GDI auf den Pfad des „nachhaltigen Wandels“ zu begeben. Selbst wenn die Entwicklung natürlich auch von den Diskursen und Initiativen auf nationaler und europäischer Ebene beeinflusst wird, verdeutlichen sie insbesondere den beträchtlichen Handlungsspielraum, der im Rahmen der lokalen Systemkonfiguration besteht – und der auch genutzt werden sollte.

## 6 Literatur

- Basalla, G. (1988): *The evolution of Technology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Bernard, L.; Fitzke, J.; Wagner, R. M. (Hrsg.) (2004): *Geodaten-Infrastruktur: Grundlagen und Anwendungen*. Offenbach: Wichmann.
- Bijker, W.; Hughes, T. P.; Pinch, T. (Hrsg.) (1987): *The Social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. Cambridge: MIT Press.
- Campbell, H.; Masser, I. (1995): *GIS and Organisations: How Effective are GIS in Practice?* London: Taylor & Francis.
- Carrera, F.; Ferreira, J. (2007): *The Future of Spatial Data Infrastructures: Capacity building for the Emergence of Municipal SDIs*. In: *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2007, Vol. 2, p. 49-68.

- de Man, E. (2011): Spatial Data Infrastructuring: praxis between dilemmas. In: *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2011, Vol.6.
- Deutscher Bundestag (2009): Gesetz über den Zugang zu digitalen Geodaten (Geodatenzugangsgesetz – GeoZG) vom 10. Februar 2009. BGBl. I, S. 278.
- Europäische Gemeinschaft (2007): Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE).
- Geels, F. W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), pp. 1257-1274.
- Geels, F. W.; Schot, J. (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), pp. 399-417.
- Geertman, S.; Stillwell, J. (Hrsg.) (2009): *Planning support systems best practice and new methods*. Dordrecht: Springer.
- Geudens, T.; Macharis, C.; Crompvoets, J.; Plastria, F. (2009): Assessing Spatial Data Infrastructure Policy Strategies Using the Multi-Actor Multi-Criteria Analysis. In: *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*. Vol. 4, pp. 265-297.
- Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J. (2010): *Transitions to sustainable development: new directions in the study of long term transformative change*. New York: Routledge.
- Hansen, H. S.; Schrøder, L.; Hvingel, L.; Christiansen, J. S. (2011): Towards Spatially Enabled e-Governance – A Case Study on SDI implementation. In: *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2011, Vol.6.
- Hirsch-Hadorn, G.; Pohl, C. (2007): *Principles for designing transdisciplinary research*. Munich: Oekom.
- Kemp, R.; Rotmans, J. (2005). The Management of the Co-Evolution of Technical, Environmental and Societal Systems. In: M. Weber, J. Hemmelskamp (Hrsg.): *Towards Environmental Innovation Systems*. Berlin Heidelberg: Springer, S. 33-55.
- Majer, H. (2007): Happy new times: Sustainability as a problem-solving concept. In C. Busch-Lüty; E. Lang; J. Kopfmüller (Hrsg.): *Wiedervorlage dringend: Ansätze für eine Ökonomie der Nachhaltigkeit*. München: oekom verlag, S. 238-253.
- Nebert, D. D. (2004): *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook*. Version 2.0. Maine/Nedham: Global Spatial Data Infrastructure Association.
- Nielsen, K. A.; Elling, B.; Figueroa, M.; Jelsøe, E. (Hrsg.) (2010): *A New Agenda for Sustainability*. Aldershot: Ashgate.
- Masser, I.; Campbell, H.; Craglia, M. (1996): *GIS Diffusion – The Adoption and use of Geographical Information Systems in Local Government in Europe*. GISDATE. London: Taylor & Francis.
- Peters, S.; Bensel, N. (2002): *Frauen und Männer im Management: Diversity in Diskurs und Praxis*. Wiesbaden: Gabler Verlag.



- Rajabifard, A.; Williamson, I. (2001): Spatial data infrastructures: Concept, SDI hierarchy and future directions. In: GEOMATICS'80 Conference Proceedings. Melbourne/Teheran.
- Richter, C.; Miscione, G.; Georgiadou, Y. (2010): Conceptualizing people in SDI literature: Implications for SDI research and development. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, Vol.5, pp. 286-325.
- Smith, A.; Stirling, A.; Berkhout, F. (2005): The governance of sustainable socio-technical transitions. In: *Research Policy*, 34(10), pp. 1491-1510.
- Williamson, I.; Rajabifard, A.; Feeney, M. (2003): *Developing spatial data infrastructures. From concept to reality*, London: Taylor & Francis.
- Wolfram, M. (2011a): Nutzung von Geoinformatik in der Stadtplanung: Stand und Perspektiven. Ergebnisse einer Online-Befragung unter deutschen Groß- und Mittelstädten (IÖR-Texte 163). Dresden: IÖR.
- Wolfram, M. (2011b): Geoinformation und nachhaltige Entwicklung. In: *Der Städtetag* 64 (2011) 2, S. 21-23.



## **Autorenverzeichnis**

### **Werner Ackermann**

PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH  
Rosenkavalierplatz 10  
81925 München  
E-Mail: info@pan-gmbh.com

### **Dietrich Bangert**

Senatsverwaltung Berlin  
Am Köllnischen Park 3  
10179 Berlin  
E-Mail: dietrich.bangert@senstadt.berlin.de

### **Dr. Martin Behnisch**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
E-Mail: M.Behnisch@ioer.de

### **Dr. Michael Bubik**

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg  
Böblinger Str. 68  
70199 Stuttgart  
E-Mail: michael.bubik@stala.bwl.de

### **Markus Dießelmann**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
E-Mail: M.Diesselmann@ioer.de

### **Martin Distelkamp**

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH  
Heinrichstraße 30  
49080 Osnabrück  
E-Mail: distelkamp@gws-os.com

### **Marcus Dora**

Landeshauptstadt Dresden, Städtisches Vermessungsamt  
Ammonstraße 74  
01001 Dresden  
E-Mail: mdora@dresden.de

**Rainer Dröschmeister**

Bundesamt für Naturschutz (BfN)

Konstantinstr. 110

53179 Bonn

E-Mail: DroeschR@BfN.de

**Dr. Thomas Esch**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Münchner Straße 20

82234 Oberpfaffenhofen-Wessling

E-Mail: thomas.esch@dlr.de

**Stefan Fina**

Universität Stuttgart

Pfaffenwaldring 7

70569 Stuttgart

E-Mail: stefan.fina@ireus.uni-stuttgart.de

**Jochen Förster**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.

Weberplatz 1

01217 Dresden

E-Mail: J.Foerster@ioer.de

**Christian Geiß**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Münchner Straße 20

82234 Oberpfaffenhofen-Wessling

E-Mail: christian.geiss@dlr.de

**Robert Hecht**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.

Weberplatz 1

01217 Dresden

E-Mail: R.Hecht@ioer.de

**Hans-Peter Hege**

Verband Region Rhein-Neckar

P 7, 20-21

68161 Mannheim

E-Mail: hans-peter.hege@vrrn.de

**Stephan Heitmann**

Ministerium für Inneres und Kommunales Nordrhein-Westfalen  
Referat 32  
Haroldstr. 5  
40190 Düsseldorf  
E-Mail: Stephan.Heitmann@mik.nrw.de

**Dr. Wieke Heldens**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Münchner Straße 20  
82234 Oberpfaffenhofen-Wessling  
E-Mail: wieke.heldens@dlr.de

**Hans-Dieter Kretschmann**

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen  
Macherstraße 63  
01917 Kamenz  
E-Mail: Hans-Dieter.Kretschmann@statistik.sachsen.de

**Wolfram Kunze**

Bezirksregierung Köln  
Muffendorfer Str. 19-21  
53177 Bonn  
E-Mail: wolfram.kunze@bezreg-koeln.nrw.de

**Dr. Tobias Krüger**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
E-Mail: T.Krueger@ioer.de

**Karsten Lamla**

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg  
Böblinger Str. 68  
70199 Stuttgart  
E-Mail: karsten.lamla@stala.bwl.de

**Alexander Mayr**

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung  
Postfach 101764  
44017 Dortmund  
E-Mail: alexander.mayr@ils-forschung.de

**Dr. Gotthard Meinel**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
E-Mail: G.Meinel@ioer.de

**Werner Meyer**

Bundesamt für Statistik – Office fédéral de la statistique  
Espace de l'Europe 10  
2010 Neuchâtel  
Schweiz  
E-Mail: Werner.Meyer@bfs.admin.ch

**Gertrude Penn-Bressel**

UBA – Umweltbundesamt Deutschland (Dessau-Roßlau)  
Postfach 1406  
06813 Dessau-Roßlau  
E-Mail: gertrude.penn-bressel@uba.de

**Dr. Karsten Rusche**

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung  
Postfach 101764  
44017 Dortmund  
E-Mail: karsten.rusche@ils-forschung.de

**Ekkehard Scheffler**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
E-Mail: E.Scheffler@ioer.de

**Rainer Schönheit**

Stadtverwaltung Erfurt  
Fischmarkt 1  
99084 Erfurt  
E-Mail: Rainer.Schoenheit Erfurt de

**Ulrich Schumacher**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
E-Mail: U.Schumacher@ioer.de

**Prof. Dr.-Ing. Stefan Siedentop**

Universität Stuttgart  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart  
E-Mail: stefan.siedentop@ireus.uni-stuttgart.de

**ORR Markus Sigismund**

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung  
Robert-Schuman-Platz 1  
53175 Bonn  
E-Mail: Markus.Sigismund@bmvbs.bund.de

**Ulrich Sukopp**

Bundesamt für Naturschutz (BfN)  
Konstantinstr. 110  
53179 Bonn  
E-Mail: SukoppU@BfN.de

**Dr. Hannes Taubenböck**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Münchner Straße 20  
82234 Oberpfaffenhofen-Wessling  
E-Mail: Hannes.Taubenboeck@dlr.de

**Sascha Tegtmeier**

Geodatenanwendungen  
Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung  
Sachsenkamp 4  
20097 Hamburg  
E-Mail: sascha.tegtmeier@gv.hamburg.de

**Michael Thiel**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Münchner Straße 20  
82234 Oberpfaffenhofen-Wessling  
E-Mail: michael.thiel@dlr.de

**Prof. Dr. habil. Nguyen Xuan Thinh**

Technische Universität Dortmund  
August-Schmidt-Straße 10  
44227 Dortmund  
E-Mail: nguyen.thinh@tu-dortmund.de

**Philip Ulrich**

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH  
Heinrichstraße 30  
49080 Osnabrück  
E-Mail: ulrich@gws-os.com

**Dr. Ulrich Walz**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
E-Mail: U.Walz@ioer.de

**Dr. Marc Wolfram**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.  
Weberplatz 1  
01217 Dresden  
E-Mail: M.Wolfram@ioer.de

**Michael Wurm**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Münchner Straße 20  
82234 Oberpfaffenhofen-Wessling  
E-Mail: michael.wurm@dlr.de



## IÖR Schriften

Herausgegeben vom Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.

- 57     Nguyen Xuan Thinh, Martin Behnisch, Otti Margraf  
**Beiträge zur Theorie und quantitativen Methodik in der Geographie**  
Dresden 2011
- 56     Christine Meyer  
**Planning for an Ageing Population – Experiences from Local Areas in the United Kingdom**  
Dresden 2011
- 55     Stefan Dirlich  
**Integration der Bestandsqualität in die Zertifizierung von Gebäuden – Entwicklung eines ökonomisch-ökologischen Bewertungssystems für nachhaltiges Bauen unter besonderer Berücksichtigung von Bestansbauten und traditionellen Bauweisen**  
Dresden 2011
- 54     Elena Wiezorek  
**Eigentümerstandortgemeinschaften und Urban Governance – Eine Untersuchung kollektiven Handelns in der Stadtentwicklung am Beispiel von Wohnquartieren im demografischen Wandel**  
Dresden 2011
- 53     Patrick Küpper  
**Regionale Reaktionen auf den Demographischen Wandel in dünn besiedelten, peripheren Räumen**  
Dresden 2011
- 52     Gotthard Meinel  
**Flächennutzungsmonitoring II  
Konzepte – Indikatoren – Statistik**  
Dresden 2010
- 51     Georg Schiller  
**Kostenbewertung der Anpassung zentraler Abwasserentsorgungssysteme bei Bevölkerungsrückgang**  
Dresden 2010
- 50     Stefanie Rößler  
**Freiräume in schrumpfenden Städten – Chancen und Grenzen der Freiraumplanung im Stadtumbau**  
Dresden 2010
- 49     Christiane Westphal  
**Dichte und Schrumpfung – Kriterien zur Bestimmung angemessener Dichten in Wohnquartieren schrumpfender Städte aus Sicht der stadttechnischen Infrastruktur**  
Dresden 2008

### Bestellung von Publikationen:

#### IÖR Schriften bis Band 49

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V., Weberplatz 1, 01217 Dresden  
Sieglinde Sauer, E-Mail: s.sauer@ioer.de

#### IÖR Schriften ab Band 50

Rhombos-Verlag Berlin, Fachverlag für Forschung, Wissenschaft und Politik [www.rhombos.de](http://www.rhombos.de) bzw. über den Buchhandel

Angesichts zunehmender Flächenkonkurrenzen und ambitionierter Flächensparziele gewinnen die Themen Flächennutzungsentwicklung und ein mit den Zielen einer nachhaltigen Flächenhaushaltspolitik verbundenes verlässliches Flächennutzungsmonitoring für die Raumplanung und den Umweltschutz immer größere Bedeutung.

Zahlreiche Fragen fordern die Experten heraus: wie kann die Flächeninanspruchnahme von Siedlung und Verkehr am besten gemessen werden, welche Nutzungsarten sind zu berücksichtigen, und wie verlässlich sind die Zahlen der amtlichen Flächenstatistik? Diskutiert werden weiterhin die Beschreibung qualitativer Aspekte der Flächennutzungsentwicklung, die Rolle neuer hochauflösender topographischer Geobasisdaten und die angemessene Visualisierung der Analyseergebnisse.

Aktuelle Beiträge zu diesen Fragen liefern Experten aus Wissenschaft und Praxis im vorliegenden Band. Das Themenspektrum reicht weit: Flächennutzungsstruktur und Trends der Flächennutzungsentwicklung in Deutschland, Zensus 2011, topographische Datengrundlagen, Probleme und Ergebnisse einer kleinräumigen Statistik, indikatorenbasierte Beschreibung ausgewählter Aspekte der Flächennutzungsstruktur, Prognose der Flächen- und speziell der Gewerbeflächenentwicklung und kartographische Visualisierung der Ergebnisse.

Der Band vereint die Ergebnisse des 3. Dresdner Flächennutzungssymposiums ([www.ioer.de/3\\_DD\\_Flaechennutzungssymposium](http://www.ioer.de/3_DD_Flaechennutzungssymposium)) in ausführlicher Textfassung und setzt somit die Kontinuität der Themenreihe fort:

„Flächennutzungsmonitoring II“ (Rhombos Verlag 2010, Berlin, ISBN 978-3-941216-47-1) und „Flächennutzungsmonitoring“ (Shaker Verlag 2009, Aachen, ISBN 978-3-8322-8740-5).