

Ein Messkonzept zur Abbildung des „Urban Sprawl“ als Beitrag zur Weiterentwicklung der Raumb Beobachtung

Stefan FINA, Stefan SIEDENTOP

1 Einleitung

Das sog. 30-Hektar Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands, wonach die tägliche Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke von 129 Hektar im Jahr 2000 auf 30 Hektar in 2020 reduziert werden soll, hat eine äußerst kontroverse Diskussion ausgelöst. Während auf umweltpolitischer Seite breite Zustimmung anzutreffen ist, mangelt es nicht an kritischen Stimmen. Kritiker warnen vor Boden- und Mietpreissteigerungen sowie vor möglichen negativen wachstumspolitischen Implikationen. Hinzu tritt der Vorwurf, dass das 30-Hektar Ziel in seiner konkreten Ausformung willkürlich ist und auf einer unsicheren statistischen Grundlage basiert. Aus umweltpolitischer Sicht wird demgegenüber beklagt, dass der Flächeninanspruchnahme als „schleichendes“, wenig sichtbares Umweltproblem nach wie vor zu geringe politische Beachtung zukommt. Auch ökonomische und soziale Wirkungen des Flächenverbrauchs wie die hohen Infrastrukturfolgekosten des „Bauens auf der grünen Wiese“ würden weitgehend ignoriert.

Ein generelles Merkmal dieses politischen Disputs ist seine schwache empirische Fundierung. Ein Großteil der Diskussionsbeiträge stützt sich auf wenige hochaggregierte Maßzahlen wie den Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil oder die tägliche Inanspruchnahme an Siedlungs- und Verkehrsfläche und verengt damit die Perspektive auf eine wenig sachgerechte „Mengendebatte“, die wesentliche qualitative Sachbezüge ausblendet. Die amtliche Raumb Beobachtung von Bund und Ländern ist bislang nicht in der Lage, dem gewachsenen Informationsbedürfnis von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit Rechnung zu tragen.

Vor diesem Hintergrund wird in diesem Beitrag ein GIS-basiertes Messkonzept zur wirkungsorientierten Abbildung wesentlicher Eigenschaften der Flächennutzung vorgestellt. Dies beinhaltet die Beschreibung der verwendeten Indikatoren und ihre Implementierung für das gesamte Territorium der Bundesrepublik Deutschland.

2 Ein Messkonzept zur Abbildung des „Urban Sprawl“

2.1. Konzeptioneller Rahmen

In der internationalen Forschung besteht weitgehender Konsens, dass sich siedlungs- und umweltpolitisch relevante Wirkungen des fortschreitenden Flächenverbrauchs – hier kurz als Urban Sprawl bezeichnet – in drei sehr unterschiedlichen Dimensionen der Flächennutzung äußern (siehe Abbildung 1). Danach sind landschaftsökologische Beeinträchtigungen im Wesentlichen das Resultat des Verlustes von naturnahen Böden und mit diesen verbundenen Umweltfunktionen („Surface“ Dimension). Effizienzeigenschaften der Flächennutzung (z.B. Verkehrsentstehung, Infrastrukturkosten) sind dagegen eher mit strukturellen

und dichtebezogenen Eigenschaften der Flächennutzung zu erklären („Pattern“ und „Density“ Dimension).

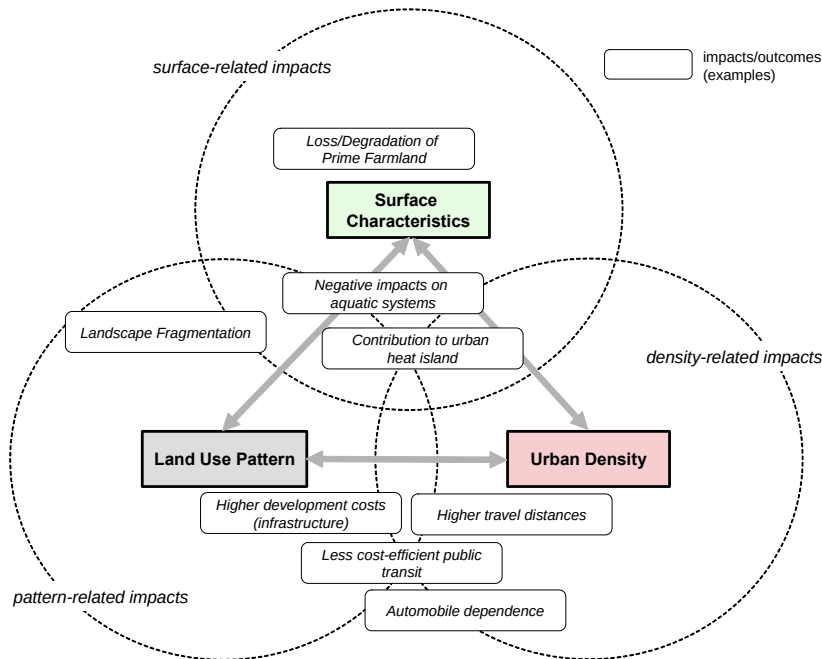


Abb. 1: Auswirkungen von Änderungen der Bodenbedeckung (Surface), Flächennutzungsstruktur (Pattern) und Nutzungsdichte (Density)

Die Beobachtung der Flächennutzung muss demnach mit Daten operieren, die die Flächennutzung in ihren sachlichen Eigenschaften (Art der Flächennutzung und Art der Bodenbedeckung) wie auch ihren räumlich-strukturellen (räumliche Konfiguration) sowie intensitätsbezogenen Merkmalen (Siedlungs- und Nutzungsdichte) abbilden in der Lage sind. Das hier vorgestellte Messkonzept stellt dies in Rechnung, indem für jede der drei wirkungsrelevanten Dimensionen spezifische Indikatoren (siehe Tabelle 1) bereitgestellt werden, welche auf verschiedene Datenbasen zurückgreifen. Die Auswahl der Indikatoren erfolgte auf der Grundlage eigener konzeptioneller Vorarbeiten (Siedentop et al. 2007) und den Erkenntnissen aus einer umfassenden internationalen Literaturrecherche. Jede Sprawl-Dimension beinhaltet dabei Indikatoren, die den „Ist-Zustand“ abbilden, sowie Indikatoren zur Beschreibung der Sprawl-Dynamik im Beobachtungszeitraum 1990-2000 (Landnutzung) bzw. 1996-2004 (statistische Auswertungen). Als Datengrundlage wurden dabei die Ergebnisse der CORINE Land Cover (CLC) Erhebungen für die Jahre 1990 und 2000, und die Flächenstatistiken des Statistischen Bundesamtes (1996-2004, Gebietsstand 2002) verwendet. Mit diesen Daten konnten der Großteil der Indikatoren berechnet werden, bis auf die Wohnungsdichte im Neubau und der Verlust von Agrarflächen. Diese beiden Indikatoren werden deshalb in dem vorliegenden Beitrag nicht berücksichtigt, sind aber fundamentaler Bestandteil des Konzepts. Eine Einbeziehung dieser Indikatoren ist für weiterführende Arbeiten vorgesehen.

	Indikator
Surface	Anteil der Siedlungsfläche an der Gesamtfläche
	Prozentualer Verlust hochwertiger Agrarflächen durch Siedlungen
	Verbrauch neuer Flächen
	Anteil unbebauter Flächen pro Einwohner (10km Raster)
Pattern	Integration neuer Bebauung in bestehende Siedlungsflächen
	Integration neuer Bebauung in das ÖPNV-Netzwerk
	Effektiver Freiraumanteil
	Effektive Maschenweite
Density	Siedlungsdichte
	Veränderung der Siedlungsdichte
	Wohnungsdichte im Neubau

Tab. 1: Ausgewählte Indikatoren für die Flächenzersiedelung in Deutschland

2.2. Berechnung der Indikatoren

Aufgrund der verschiedenen Bezugsebenen der Datengrundlage ergeben sich methodische Herausforderungen, die mit Hilfe von GIS-Methoden weitestgehend gelöst werden können. Grundlage hierfür ist die Verwendung eines flächendeckenden Gitternetzes für die Berechnung der Indikatoren mit Zellen von 10 x 10 Kilometer Größe als ein einheitliches Bezugssystem. Statistische Daten wurden hierfür über Polygon-in-Polygon-Arithmetik disaggregiert, d.h. die Bevölkerung einer Gemeinde wird auf die in der Gemeinde liegenden Siedlungen flächenproportional aufgeteilt.

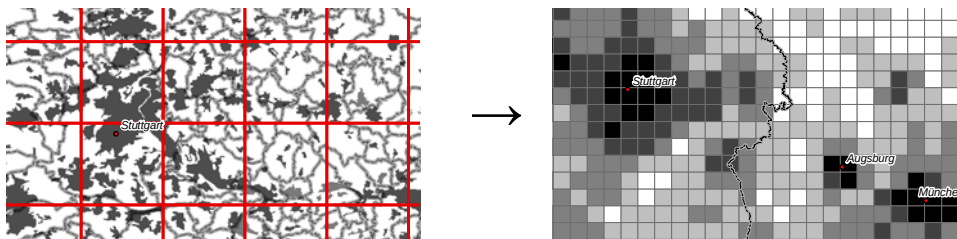


Abb. 2: Transformation von Flächenstatistiken auf Siedlungsflächen und Zellen (verschiedene Maßstäbe)

Die mittlere Siedlungsdichte (Einwohner pro Hektar Siedlungs- und Verkehrsfläche) wird dann aus der Flächenstatistik (Raumbezug Gemeindepolygon) und den Siedlungspolygonen (Raumbezug CORINE) auf die Zellen des Gitternetzes transformiert (siehe Abbildung 2). Auch für die Berechnung der restlichen Indikatoren wurden Transformationsfunktionen entwickelt, so dass im Ergebnis alle Indikatoren auf einer einheitlichen räumlichen Bezugsebene abgebildet sind. Bei der Interpretation der Ergebnisse sind die Einschränkungen in der Genauigkeit von CORINE Land Cover Daten zu beachten, die sich vor allem durch eine

Unterfassung von Siedlungsflächen im ländlichen Raum ausdrücken (siehe Meinel et al. 2007).

Für die Berechnungen kamen Softwaremodule aus der ArcToolbox von ESRI (ArcGIS 9.2) zum Einsatz, insbesondere die Verschneidungswerkzeuge aus der Geoprocessing-Bibliothek. Die einzelnen Bearbeitungsschritte konnten teilweise mit Hilfe des ESRI ModelBuilder 9.2 automatisiert werden, allerdings mit Einschränkungen für komplexe, arbeitspeicherintensive Prozesse. Selbst bei hoher Arbeitsspeicherkapazität sind Verschneidungen großer Datenmengen in ArcGIS 9.2. problematisch.

2.3. Bewertungsverfahren und Ergebnis

Ein erstes Ergebnis dieser Untersuchung ist die kartographische Darstellung der einzelnen Indikatorwerte. Damit lässt sich zunächst die stark differierende Betroffenheit einzelner Gebiete durch bestimmte Eigenschaften des Sprawl darstellen (aus Platzgründen hier nicht enthalten). Der interessantere Aspekt ist jedoch die Kombination dieser unterschiedlichen Wirkbezüge, die sich aus den Dimensionen des Messkonzeptes ergeben. Im ersten Ansatz wurden hierfür quantitative Tests mit den standardisierten Indikatorwerten durchgeführt. Eine differenzierte Darstellung konnte jedoch erst durch eine typenspezifische Bewertung der Einzelindikatoren geleistet werden. Dieses Verfahren basiert auf einer Kategorisierung von Urban Sprawl mit Hilfe von vier Typen, die unterschiedliche Kombinationen von Wirkungsdimensionen repräsentieren (Tabelle 2). Die Typen sind vordefiniert und werden mit Hilfe von Gewichtungsfaktoren messtechnisch implementiert.

<i>Sprawl-Typ</i>	Siedlungsdichte	Anteil Siedlungsfläche	Zerklüftungsgrad	Freiraum pro Ew.	Effektiver Freiraum-anteil	Effektive Maschen-weite	Rückgang Siedlungsdichte	Integration Neubau	Integration Schienen	Flächenverbrauch (neu)
<i>metropolitan</i>	hoch	hoch	mittel	-	-	-	-	hoch	hoch	sehr hoch
<i>suburban</i>	mittel - hoch	mittel - hoch	hoch	niedrig - mittel	niedrig - mittel	-	mittel	mittel	-	mittel - hoch
<i>schrumpfend</i>	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	-	sehr hoch	niedrig - mittel	niedrig - mittel	mittel
<i>ländlich</i>	niedrig	niedrig	hoch	mittel	mittel	hoch	mittel	-	-	hoch

Tab. 2: Bewertungsmatrix für die Gewichtung von Indikatoren je *Urban Sprawl*-Typ

Tabelle 2 zeigt die typenspezifische Gewichtung der Indikatoren, die sich aus semantisch vorgegebenen Kriterien ableitet. Mit Hilfe dieses qualitativ aufgebauten Bewertungsmodells wird die numerische Kombination von Indikatorwerten ermöglicht. Der jeweilige Typ von Sprawl tritt dann dort auf, wo das Ergebnis einen bestimmten Schwellenwert überschreitet. Die kartographische Aufbereitung der Ergebnisse (Abbildung 3) zeigt die differenzierte räumliche Verteilung von Sprawl-Typen in Deutschland.

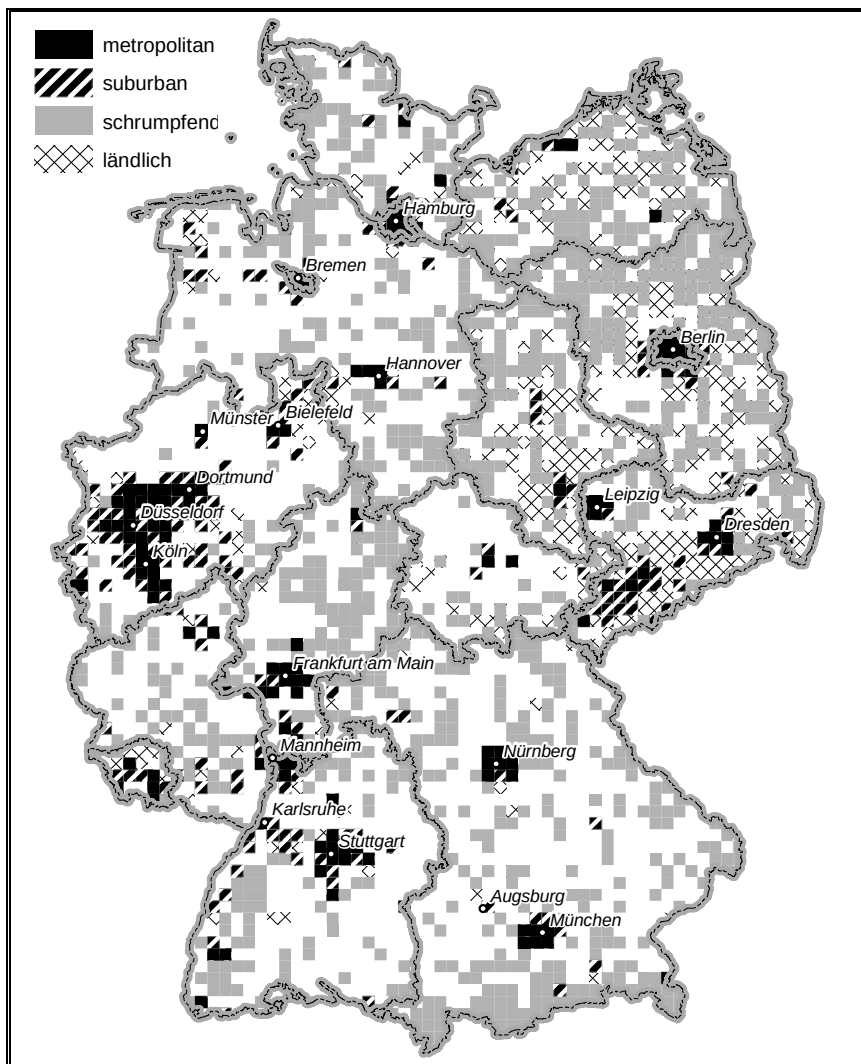


Abb. 3: Die Urban Sprawl – Landschaft Deutschlands.

„Metropolitaner Sprawl“ (schwarz) findet sich vor allem in Gebieten mit hoher Siedlungsdichte und einem hohen Anteil an Siedlungsfläche. Gleichzeitig werden dort großflächig Neubaugebiete ausgewiesen, die allerdings meist gut in den Siedlungsverbund und die bestehende Infrastruktur integriert sind. Im Gegensatz hierzu ist „suburbaner Sprawl“ (dick schraffiert) durch stärker dispers angelegte und fragmentierend wirkende Siedlungsmuster geprägt. Der Zerklüftungsgrad ist hier höher, Siedlungsdichte und Siedlungsflächenanteil dagegen niedriger. Die Umwandlung naturnaher Flächen zu Siedlungsfläche ist durchschnittlich bis hoch, Neubaugebiete sind weniger gut in den Siedlungsverbund integriert. Freiflächen sind dagegen noch verfügbar. Die Karte zeigt, dass „suburbaner Sprawl“ – mit

Ausnahme der Kernstadtbereiche – vor allem im Rhein-Ruhr Gebiet vorkommt, zusätzlich auch in Sachsen (um Halle und Jena). Die hellgrauen Zellen identifizieren Gebiete, wo die flächenexpansive Siedlungsentwicklung vom Bevölkerungsrückgang begleitet wird (Sprawl mit Schrumpfungskontext). Indikatoren der Dichtedimension sind hier stark rückläufig, trotzdem wird neue Siedlungsfläche ausgewiesen. Dieser Trend ist hauptsächlich in Ostdeutschland anzutreffen, was auf die einschneidenden Umbrüche in der Siedlungsflächenentwicklung nach der Wiedervereinigung 1990 zurückgeführt werden kann (siehe Couch et al., 2007). Die im Kreuzmuster schraffierten Gebiete zeigen schließlich, wo im ländlichen Raum besonders stark fragmentierte Bereiche auftreten. Dies ist insbesondere dort der Fall, wo neue Siedlungsfläche in Gebieten niedriger Siedlungsdichte und niedrigem Siedlungsflächenanteil anzutreffen ist, aber trotzdem noch hohe Werte für die Freiflächenindikatoren vorherrschen. Dieser „ländliche“ Sprawl-Typ“ zeigt auch eine Konzentration in ostdeutschen Gebieten.

3 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt ein neuartiges Konzept zur detaillierten Beobachtung, Bewertung, und Kommunikation komplexer Veränderungen der Flächennutzung, die hier als *Urban Sprawl* bezeichnet werden. Mit Hilfe von Geodaten werden Indikatoren verschiedener Sprawl-Dimensionen berechnet, die in ihrer typenspezifischen Kombination die Identifizierung unterschiedlich betroffener Gebiete ermöglichen. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass neue Siedlungsflächen in Abhängigkeit des standörtlichen Kontextes ihrer Ausweisung sehr unterschiedliche Wirkungen haben können. Mit einem in diesem Sinne verbesserten Monitoring lassen sich zukünftige Veränderungen der Flächennutzung besser bewerten. Vorteile bieten sich auch in der Entwicklung „Sprawl-Typen spezifischer“ planerischer Strategien für eine ressourcenschonende Siedlungsentwicklung. Aus methodischer Sicht wird die Kombination von Indikatorwerten erst nach der Transformation unterschiedlicher Geodaten auf eine einheitliche Bezugsebene möglich. Die Automatisierung von Arbeitsschritten der Verschneidung im ArcGIS ModelBuilder leistet dabei wertvolle Dienste. Mit der anschließenden Typisierung entsteht dadurch eine kartographische Umsetzung der *Urban Sprawl* - Landschaft für die Bundesrepublik Deutschland. In weiteren Studien könnte auf der Grundlage der verfügbaren CORINE Land Cover Daten auch eine Umsetzung des beschriebenen Konzeptes für das gesamte Gebiet der europäischen Union erfolgen.

4 Literatur

Couch, P., Leontidou, L., Petschel-Held, G. eds. (2007): *Urban Sprawl in Europe. Landscapes, Land-Use Change & Policy*. Blackwell Publishing Ltd.

Meinel, G., Schubert, I., Siedentop, S., Buchroithner, M., 2007. Europäische Siedlungsstrukturvergleiche auf Basis von CORINE Land Cover - Möglichkeiten und Grenzen. In: Schrenk, M., Popovich, V., Benedikt, J. eds. *REAL CORP Proceedings 2007*. Wien. 20.-23. Mai, S. 645-656.

Siedentop, S., Heiland, S., Lehmann, I., Schauerte-Lüke, N. (2007): *Nachhaltigkeitsbarometer Fläche*. Forschungen, Heft 130. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.