



Flächennutzungsmonitoring III Erhebung – Analyse – Bewertung

IÖR Schriften Band 58 · 2011

ISBN: 978-3-941216-68-6

Flächenverbrauch und Landschaftszersiedelung – Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich?

Stefan Fina

Fina, St. (2011): Flächenverbrauch und Landschaftszersiedelung – Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich? In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring III. Erhebung – Analyse – Bewertung. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 58, S. 11-21.

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).

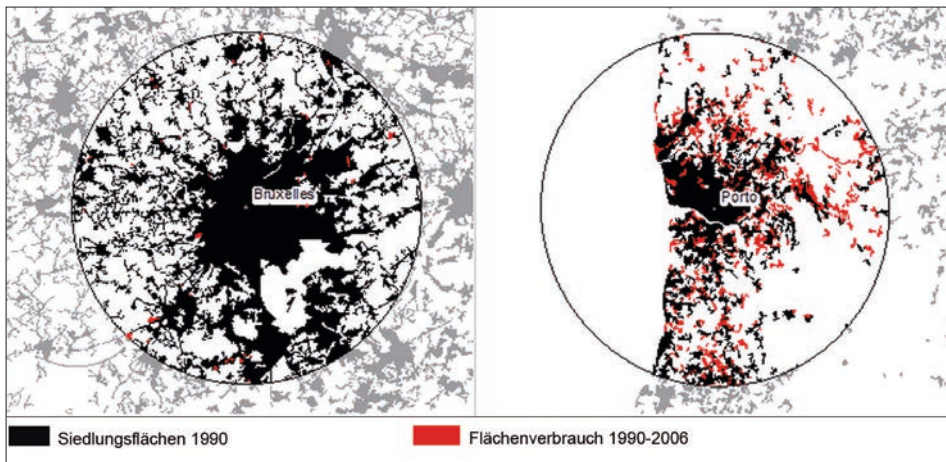


Abb. 1: Fragmentierter Freiraum (Brüssel, links) und Zersiedelungstendenzen (Porto, rechts); 20-km Radien (Datenquelle: CORINE Land Cover, Eurostat)

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).

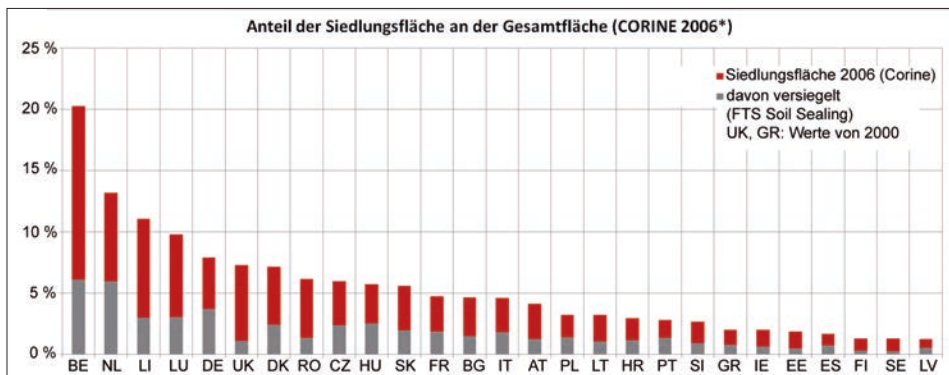


Abb. 2: Anteil der Siedlungsfläche an der Gesamtfläche europäischer Länder und der davon versiegelte Teil
(Quelle: CORINE 2006 und FTS Soil Sealing Layer 2009; European Environment Agency)

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)¹. 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.

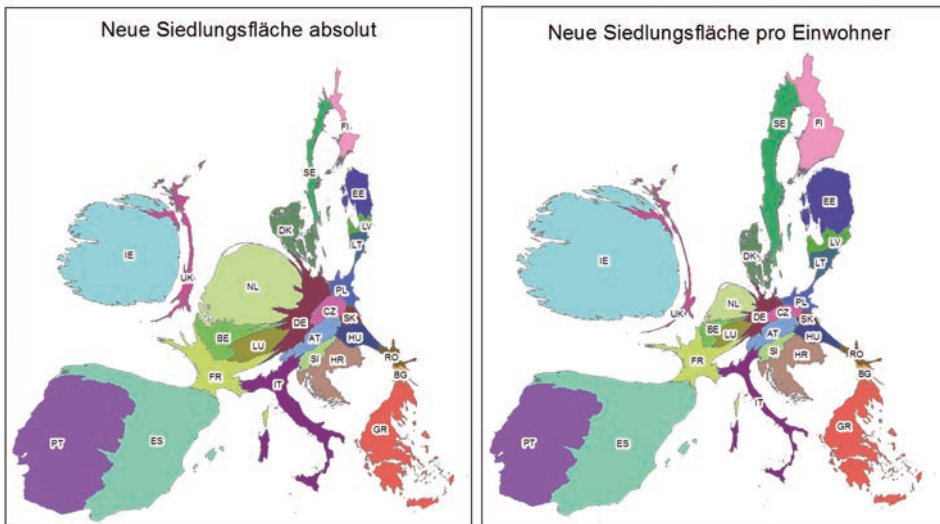


Abb. 3: Kartographische Anamorphosen des Siedlungsflächenzuwachses 1990 bis 2006 in den Ländern der Europäischen Union
(Quelle: CORINE 1990 bis 2006, European Environment Agency; Daten für UK und GR sind von 2000 bis 2006 mit den Flächenverbrauchsdaten 1990 bis 2000 interpoliert)

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

¹ 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.

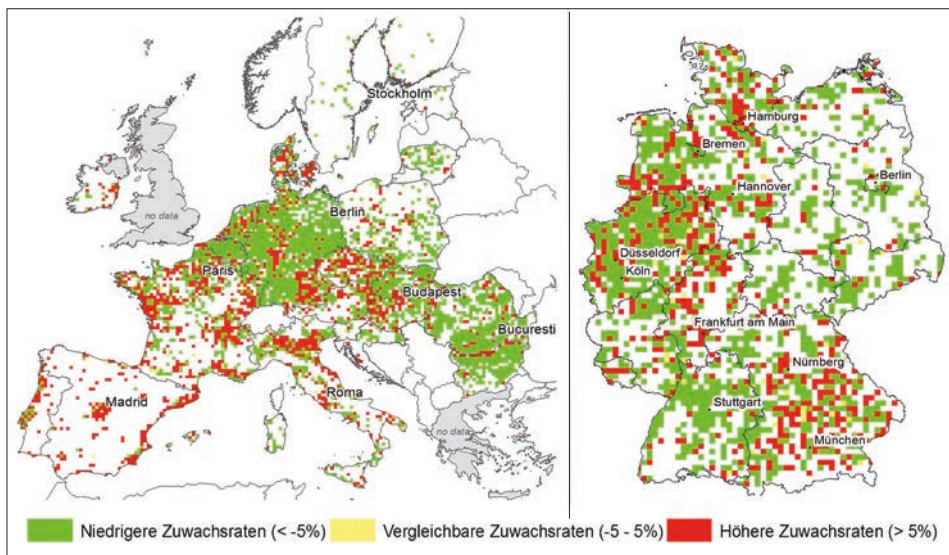


Abb. 4: Trends im Flächenverbrauch zwischen den 1990er Jahren und den Jahren 2000 bis 2006 für die Länder der Europäischen Union (links, 20 x 20 km Zellen; Daten für UK und GR nicht verfügbar) und höher aufgelöst für Deutschland (rechts, 10 x 10 km) (Quelle: CORINE 1990-2006, European Environment Agency)

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*²), 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.

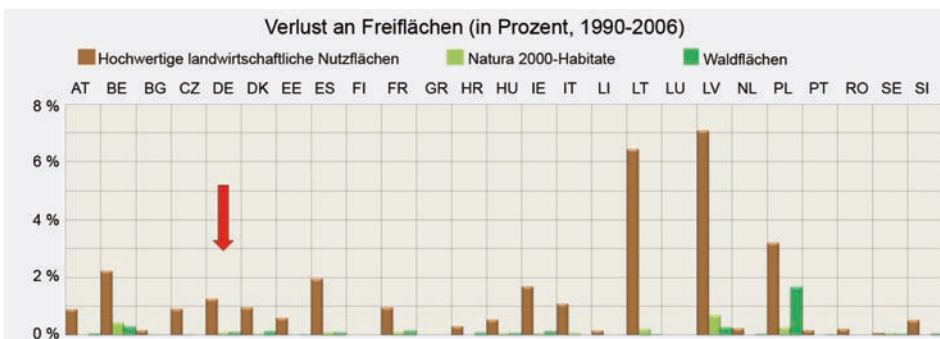


Abb. 5: Verlustbilanz an landwirtschaftlich hochwertigen Böden, ökologisch sensiblen Flächen und Wäldern (in Prozent des Bestandes, 1990-2006)

(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 Zerschneidungsindikator³, der die Wertigkeit des Freiraums mit zunehmendem Abstand

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

³ 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.

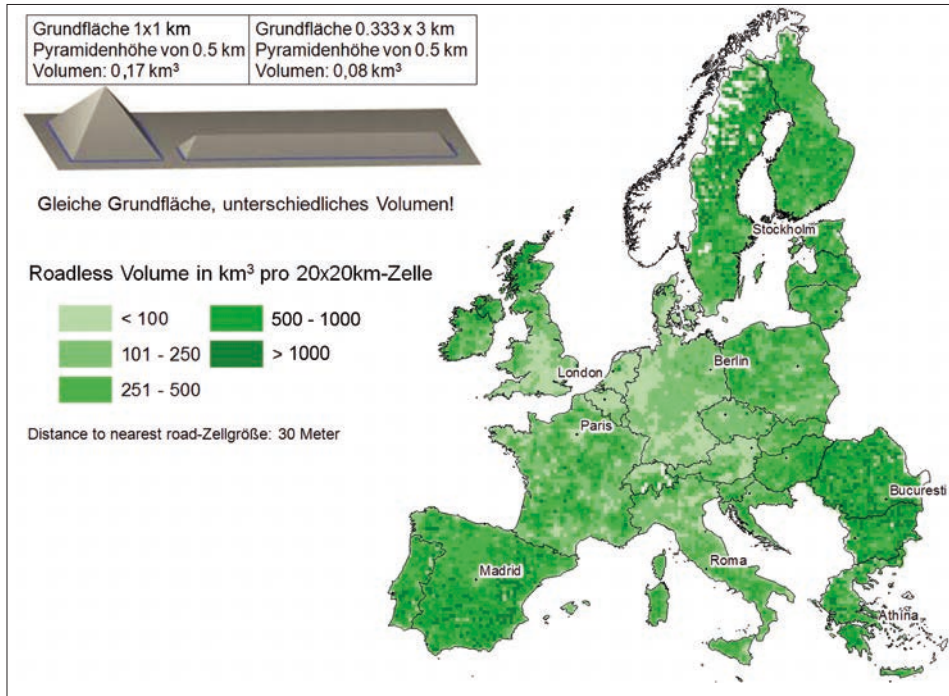


Abb. 6: Landschaftszerschneidung in Europa (Roadless Volume nach Watts et al. 2007)
(Quelle: OpenStreetMap-Straßennetz⁴ ohne „tracks“ und „paths“, Download von geofabrik.de, Februar 2011)

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

⁴ 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.

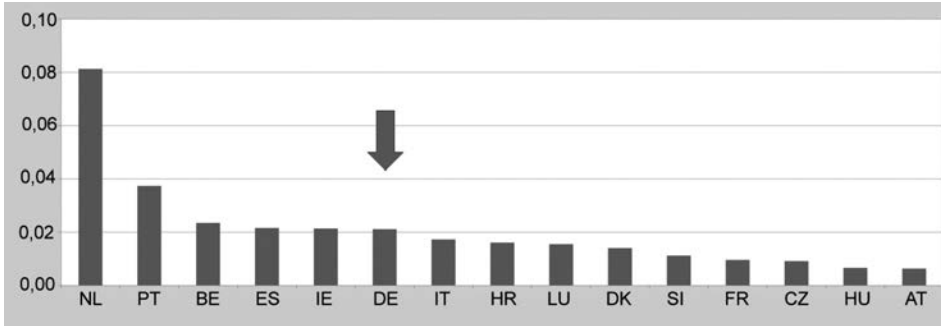


Abb. 7: Dynamik der Landschaftszersiedelung in den Ländern der Europäischen Union, berechnet über eine Bilanzierung der „Effektiven Freiraumfläche“ (Ackermann und Schweiger, 2009) für die Jahre 1990 und 2006 (UK und GR: 1990 und 2000)
(Quelle: CORINE 1990 bis 2006, European Environment Agency)

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.