

Nachhaltigkeitsbarometer Fläche

Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung
für die Fortschrittsberichte der
Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie – Flächenziele

Inhalt

Kurzfassung / Abstract	1
1 Einführung	7
1.1 Aufgabenstellung und Ziel des Vorhabens	7
1.2 Konzeption des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche	8
2 Flächenpolitische Ziele und Zieldiskussion	11
2.1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise	11
2.2 Bestehende und diskutierte flächenpolitische Ziele	11
Systematisierung der Ziele, Überblick	11
Übergeordnete Ziele	12
Reduktionsziele	13
Erhaltungs- und Schutzziele	16
Nutzungsstrukturelle Ziele	19
Nutzungseffizienzziele	21
Ziele zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme aus sozialer und ökonomischer Perspektive	21
Zusammenfassende Einschätzung	22
2.3 Operationalisierung flächenpolitischer Ziele durch Quantifizierung und Regionalisierung	23
Akzeptanz und gesellschaftspolitische Durchsetzbarkeit flächenpolitischer Ziele	23
Quantifizierung und Regionalisierung flächenpolitischer Ziele	26
Operationalisierung flächenpolitischer Ziele: Das Beispiel „30-ha-Ziel“ der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie	32
3 Indikatoren zur Messung flächenpolitischer Ziele	40
3.1 Einleitung	40
3.2 Synopsis: Existierende Indikatoren zu Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme	40
Vorgehensweise	40
Systematisierung der Indikatoren	41
Verwendung der Indikatoren auf unterschiedlichen politischen Ebenen	44
Gesamtbetrachtung	46
3.3 Indikatorenkonzept für das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche	47
Einleitung	47
Dateneinsatz und Raumbezug	49
Indikatorenset – Übersicht	55
Indikatoren zu Reduktionszielen	55
Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen	66
Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen	85
Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen	107
4 Bilanzierungsverfahren	121
4.1 Aufgabenstellung und Ziel	121
4.2 Ausgestaltung des Bilanzierungsverfahrens	121
Verfahren der Indexbildung	121
Räumliche und zeitliche Indexbildung	123
Indexbildung mit indikatorspezifischen Transformationsfunktionen	123

4.3	Test des Bilanzierungsverfahrens	130
	Test der räumlichen Indizierung und Bilanzierung (Bundesländer)	130
	Test der zeitlichen Bilanzierung (Bund)	137
	Test der Transformationsfunktionen (Testlandkreise)	137
	Exkurs: Vergleich der Flächennutzung in Deutschland und Großbritannien	139
	Wesentliche Ergebnisse von Indikatorenerhebung sowie räumlicher Indizierung und Bilanzierung	140
4.4	Hinweise zur Anwendung des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche	143
	Literatur	145
	Anhang	157
	Anhang 1: Zur Plausibilität der statistischen Daten „Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung“	159
	Anhang 2: Karten	165

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Konzeptioneller Aufbau des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche	9
Abbildung 2	Elemente der Operationalisierung flächenpolitischer Ziele	26
Abbildung 3	Einsparvolumina verschiedener Reduktionspfade des 30-Hektar-Ziels	34
Abbildung 4	Räumliche Verteilungseffekte verschiedener regionaler Umlegungsschlüssel des 30-Hektar-Ziels	36
Abbildung 5	Abbildung der Objekte auf der Basis von Maschen (Straßen) und „auffüllender“ Flächen (Wälder)	51
Abbildung 6	Darstellung der ALK	52
Abbildung 7	Mögliche Raumbezugssysteme bei Anwendung des Nachhaltigkeitsbarometers	55
Abbildung 8	Beispielhafte Darstellung des „Siedlungsgrundrisses“	68
Abbildung 9	Indikator E1: Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	71
Abbildung 10	Indikator E2: Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	72
Abbildung 11	Indikator E3: Anteil der Erholungsflächen an der Siedlungs- und Verkehrsfläche	73
Abbildung 12	Bestimmung des spezifischen Grünvolumens (m ³ Grünvolumen je m ² Grundfläche) auf Ebene von Baublöcken für das Gebiet der Landeshauptstadt Dresden	74
Abbildung 13	Ermittlung des Durchgrünungsgrades	75
Abbildung 14	Anwendung der alternativen Ansätze zur Bestimmung des Durchgrünungsgrades für drei idealtypische Fälle mit gleicher Größe der Siedlungs- und Siedlungsfreifläche	76
Abbildung 15	Indikator E5: Waldversorgung	78
Abbildung 16	Berechnung der Waldversorgung am Beispiel von zwei Gemeinden des Landkreises Meißen	79
Abbildung 17	Beispiele für die Berechnung des Zerklüftungsgrads für unterschiedliche Siedlungsstrukturen	87
Abbildung 18	Anwendung von Landscape-Metrics für die Stadt Stade mit Daten aus CORINE Land Cover 2000 und ATKIS DLM 25/1 und Anwendung des Patch-Analyst in Arc-View	88
Abbildung 19	Unterscheidung von Integrationstypen neuer Siedlungsflächen in den Siedlungsbestand	92
Abbildung 20	Indikator S3: Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen	93
Abbildung 21	Indikator S4: Zerklüftungsgrad	94
Abbildung 22a	Selektion der Grundstücksanteile, die als Gebäude- und Freifläche kategorisiert sind	96
Abbildung 22b	Ergebnis der Ermittlung untergenutzter Flächen	96
Abbildung 23	Indikator S8: Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen	100
Abbildung 24	Schematische Darstellung der Einzugsbereiche unterschiedlicher regionaler Schienenverkehrsangebote im Landkreis Meißen	101
Abbildung 25	Indikator S9: Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen	102
Abbildung 26	Veranschaulichung der Vorgehensweise bei der Berechnung des „effektiven Freiraumanteils“ (nach Schweppe-Kraft) mit einer Quadrierung der abschnittsbezogenen Verhältniszahlen	105
Abbildung 27	„Effektiver Freiraumanteil“ nach Schweppe-Kraft	106
Abbildung 28	Analyseliniien für die Berechnung des effektiven Freiflächenanteils	106
Abbildung 29	Veranschaulichung der mathematischen Wirkung der Transformationsfunktion bei Berechnung des effektiven Freiraumanteils	107
Abbildung 30	Indikator N2: Dynamik Siedlungsdichte	110
Abbildung 31	Indikator N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung	113
Abbildung 32	Indikator N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung – Werte für die Bundesländer Bayern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen	114
Abbildung 33	Verhältnis des Wohnungsneubaus (fertiggestellte Wohnungen) zur Entwicklung des Wohnungsbestandes 2000-2003 auf Ebene von Landkreisen und kreisfreien Städten	117

Abbildung 34	Gewichtung der Indikatorengruppen und Indikatoren bei Berechnung des Nachhaltigkeitsindex	122
Abbildung 35	Beispielhafte Transformationsfunktionen	124
Abbildung 36	Beispiel für die Setzung von Transformationsfunktionen am Beispiel des Indikators R1 „Flächeninanspruchnahme“	124
Abbildung 37	Schwellenwerte der Bodenversiegelung für die gewässerökologische Bewertung	125
Abbildung 38	Beziehung zwischen dem Anteil bebauter Flächen und dem Anteil unzerschnittener, störungsarmer Freiräume >10 km ² an der Gesamtfläche der Kreise und kreisfreien Städte	126
Abbildung 39	Transformationsfunktionen für drei Kernindikatoren zu Reduktionszielen	126
Abbildung 40	Transformationsfunktionen für fünf Kernindikatoren zu den Erhaltungs- und Schutzzielen	127
Abbildung 41	Transformationsfunktionen für vier Kernindikatoren zu Standort- und Strukturzielen	128
Abbildung 42	Transformationsfunktionen für fünf Kernindikatoren zu Nutzungseffizienzzielen	129
Abbildung 43	Intensität der Flächeninanspruchnahme in West- und Südeuropa 1990-2000	140
Abbildung 44	Aufbau und Datenfluss der technischen Realisierung des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche	144
Abbildung A-1	Intensität der Flächeninanspruchnahme (R3) 2001-2004 in ha/km ²	159
Abbildung A-2	Zunahme der Gebäude- und Freifläche 2001-2004 in ha/km ²	160
Abbildung A-3	Anteil der Gebäude- und Freifläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche 2004 und Anteil des Gebäude- und Freiflächenzuwachs am Siedlungs- und Verkehrsflächenzuwachs 2000 bis 2004 jeweils in %	161
Abbildung A-4	Anteil der Erholungsflächen an der Siedlungs- und Verkehrsfläche 2004 und Anteil des Erholungsflächenzuwachses am Siedlungs- und Verkehrsflächenzuwachs 2001 bis 2004 jeweils in %	162
Abbildung A-5	Gemeinden mit einem SuV-Zuwachs 2000 bis 2004 von mehr als 20 % und Gemeinden mit Anteilen der jeweiligen Nutzungsarten von mehr als 50 % am SuV-Zuwachs	163

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Flächenpolitische Ziele und ihre Kategorisierung – Überblick	12
Tabelle 2	Kriterien für die künftige Begrenzung der Landschaftszerschneidung (Diskussionsvorschlag UBA 2003)	18
Tabelle 3	Berücksichtigung flächenpolitischer Ziele in der Landesplanung (LEP)	24
Tabelle 4	Quantitative flächenpolitische Ziele, Übersicht	25
Tabelle 5	Alternative Reduktionsziele und ihre Implikationen für den möglichen Ausweisungsrahmen	39
Tabelle 6	Eingesetzte Daten für die Realisierung der Indikatoren	50
Tabelle 7	Indikatoren des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche	56
Tabelle 8	Indikatoren zu Reduktionszielen	59
Tabelle 9	Indikator R1: Flächeninanspruchnahme	60
Tabelle 10	Indikator R2: Dynamik Flächeninanspruchnahme	61
Tabelle 11	Indikator R3: Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme	62
Tabelle 12	Indikator R4: Versiegelungsklassen, Stadt Kamp-Lintfort	62
Tabelle 13	Inhaltliche Struktur von Erhebungsverfahren der Bodenversiegelung zur gesplitteten Gebührenerhebung	65
Tabelle 14	Beispiele für die Restriktionsanalyse im Rahmen von Baulandpotenzialanalysen	67
Tabelle 15	Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen	69
Tabelle 16	Indikator E1: Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	70
Tabelle 17	Inanspruchnahme von Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit in den Landkreisen Wesel und Meißen und deren Inanspruchnahme für SuV-Nutzungen	70
Tabelle 18	Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	71
Tabelle 19	Indikator E3: Durchgrünung des Siedlungsraumes	72
Tabelle 20	Strukturtypenspezifische Grünvolumenwerte (beispielhafte Angaben), ermittelt für die Landeshauptstadt Dresden	74
Tabelle 21	Ergebnisse einer alternativen Berechnung des Durchgrünungsgrades auf der Grundlage des Verhältnisses der Siedlungs-/Freiraumkante zur Siedlungsfläche für die Landkreise Wesel und Meißen	75
Tabelle 22	Veränderung der Durchgrünung des Siedlungsraumes	77
Tabelle 23	Waldversorgung	78
Tabelle 24	Indikator E6: Unzerschnittene Räume	80
Tabelle 25	Unzerschnittene Räume im Bundesgebiet	81
Tabelle 26	Berücksichtigte Schutzgebietstypen	81
Tabelle 27	Ergebnisse der Indikatorberechnung	82
Tabelle 28	Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften	82
Tabelle 29	Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften	83
Tabelle 30	Zusammenstellung von Restriktionskriterien zur Berechnung des „Baulandpotenzials“	84
Tabelle 31	Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen	89
Tabelle 32	Indikator S1: Siedlungskonzentration	90
Tabelle 33	Indikator S2: Dispersionsdynamik	91
Tabelle 34	Indikator S3: Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen	92
Tabelle 35	Indikator S4: Zerklüftungsgrad	94
Tabelle 36	Bestand untergenutzter Flächen in der Stadt Kamp-Lintfort	97
Tabelle 37	Indikator S8: Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen	99
Tabelle 38	Attributwerte des Attributes Bahnkategorie in den Bundesländern Sachsen und Nordrhein-Westfalen mit Angabe der verwendeten Einzugsbereiche	100
Tabelle 39	Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen	101
Tabelle 40	Berücksichtigung von ATKIS-Objektarten für die Berechnung der Landschaftszerschneidung	103
Tabelle 41	Ergebnisse der Berechnung der Effektiven Maschenweite für die Flächenländer der Bundesrepublik Deutschland nach der Mittelpunktmethode	104

Tabelle 42	Ergebnisse der Berechnung der Effektiven Maschenweite für die Flächenländer der Bundesrepublik Deutschland nach der Flächenmethode	104
Tabelle 43	„Effektiver Freiflächenanteil“ in den Testlandkreisen	107
Tabelle 44	Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen	109
Tabelle 45	Indikator N1: Siedlungsdichte	110
Tabelle 46	Indikator N2: Dynamik Siedlungsdichte	111
Tabelle 47	Indikator N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung	112
Tabelle 48	Indikator N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung – Werte ausgewählter Bundesländer seit 1993	113
Tabelle 49	Indikator N4: Infrastrukturaufwand Abwasser	114
Tabelle 50	Indikator N5: Wohnflächenausstattung	115
Tabelle 51	Indikator N6: Verdichtung im Wohnungsbau	116
Tabelle 52	Indikator N7: Verhältnis Wohnungsneubau zu Leerstand	117
Tabelle 53	Indikator N8: Dynamik Infrastrukturaufwand Abwasser	118
Tabelle 54	Indikator N9: Flächenproduktivität	119
Tabelle 55	Indikator N10: Dynamik Flächenproduktivität	119
Tabelle 56	Nutzungsdichte	120
Tabelle 57	Indexbildung am Beispiel des Indikators R1 „Flächeninanspruchnahme“	123
Tabelle 58	Umsetzung der Indikatoren in den Testläufen des Nachhaltigkeitsbarometers	131
Tabelle 59	Test Räumliche Indizierung und Bilanzierung: Verwendete Indikatoren	130
Tabelle 60	Indikatoren zu Reduktionszielen – Nutzungsmuster: Messergebnisse und Indizes	132
Tabelle 61	Indikatoren zu Reduktionszielen – Nutzungsänderung: Messergebnisse und Indizes	132
Tabelle 62	Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen – Nutzungsmuster: Messergebnisse und Indizes	133
Tabelle 63	Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen – Nutzungsänderung: Messergebnisse und Indizes	133
Tabelle 64	Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen – Nutzungsmuster: Messergebnisse und Indizes	134
Tabelle 65	Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen – Nutzungsänderung: Messergebnisse und Indizes	134
Tabelle 66	Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen – Nutzungsmuster: Messergebnisse und Indizes	135
Tabelle 67	Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen – Nutzungsänderung: Messergebnisse und Indizes	135
Tabelle 68	Indizes für die vier Indikatorengruppen, getrennt nach Indikatoren zu Nutzungsmuster und Nutzungsänderungen	136
Tabelle 69	Gesamtbilanzierung der Indizes, getrennt nach Flächennutzungsmuster und Flächennutzungsänderungen	136
Tabelle 70	Längsschnittorientierter Bilanzierungsansatz im Nachhaltigkeitsbarometer	137
Tabelle 71	Indikatorenwerte und Bilanzierung für die Testlandkreise – Nutzungsmuster	138
Tabelle 72	Indikatorenwerte und Bilanzierung für die Testlandkreise – Nutzungsänderungen	138
Tabelle 73	Vergleich von Flächennutzung und Flächennutzungsentwicklung für Deutschland und Großbritannien	139

Forschungen

In der Schriftenreihe Forschungen veröffentlichen das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) ausgewählte Ergebnisse aus der Ressortforschung in den Themenbereichen Raumordnung, Stadtentwicklung, Wohnungswesen und Bauwesen.

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
Invalidenstraße 44
10115 Berlin
www.bmvbs.bund.de

Bundesamt für
Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn
www.bbr.bund.de

Bearbeitung

Auftragnehmer
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR), Dresden
Dr. Stefan Siedentop (federführend)
Dr. Stefan Heiland (ab 01.08.2006: TU Berlin, Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung)
Iris Lehmann
unter Mitarbeit von Anita Hernig
REGIO GIS+Planung, Duisburg
Norbert Schauerte-Lüke

Auftraggeber
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn
Dr. Fabian Dosch

Gestaltung und Satz

Gisela Richter, IÖR Dresden

Druck

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

Verlag

Selbstverlag des Bundesamtes
für Bauwesen und Raumordnung
Postfach 21 01 50
53156 Bonn

Bestellungen

E-Mail: gabriele.bohm@bbr.bund.de
Stichwort: Forschungen Heft 130

Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese
Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie
<http://dnb.ddb.de>

Die vom Auftragnehmer vertretene Auffassung ist
nicht unbedingt mit der der Herausgeber identisch.

ISSN 1435 – 4659 (Schriftenreihe)
ISBN 978 – 3 – 87994 – 462 – 0

Forschungen Heft 130
Bonn 2007

Kurzfassung

Eine flächensparende Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung zählt seit vielen Jahren zu den auch gesetzlich geforderten Zielen der Raumordnung und Siedlungspolitik. Aber erst in den vergangenen Jahren fand das Thema verstärkte Aufmerksamkeit in Öffentlichkeit und Politik. Insbesondere die Zielsetzung der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, den Flächenverbrauch für Siedlung und Verkehr bis 2020 auf 30 ha/Tag zu reduzieren, stieß einen intensiven, durchaus kontrovers geführten, gesellschaftlichen Diskurs an.

Deutschland verfügt über eine im internationalen Vergleich gute Datenbasis für den Boden- und Freiraumschutz. Dennoch reicht die, mit wenigen globalstatistischen Größen operierende, amtliche Flächenstatistik nicht aus, der Komplexität des Problems der Flächeninanspruchnahme sowie den diesbezüglichen Informationserfordernissen von Politik und Wissenschaft gerecht zu werden. So gelang es bisher nicht, flächenstatistische Monitoring- und Controlling-Instrumentarien zu entwickeln, die verlässlich Auskunft über die quantitative und qualitative Entwicklung der Flächeninanspruchnahme geben.

Daher wird der politische Diskurs zur Steuerung der Flächennutzung als einseitige, nur bedingt sachgerechte „Mengendebatte“ geführt, denn die amtliche Flächenstatistik bietet bisher kaum die Möglichkeit, etwa landschaftsökologische Beeinträchtigungen, Infrastrukturkosten oder Beeinträchtigungen von Erholungsräumen abzuschätzen, die sich aus der Flächeninanspruchnahme ergeben. Die derzeitige Flächenstatistik ist somit in gewissem Sinne „qualitätsblind“. Mit ihren Möglichkeiten würden im Rahmen einer Evaluierung der flächenpolitischen Ziele der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie die Bodeneigenschaften der von Überbauung betroffenen Böden ebenso unberücksichtigt bleiben wie die räumliche Nähe neuer Siedlungsflächen zu Versorgungseinrichtungen oder zu Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs. Es wäre gleichgültig, ob die in einer Bilanzperiode in Anspruch genommenen Flächen vollständig versiegelt sind oder einen höheren Anteil an Grünflächen oder wassergebundenen Decken aufweisen, ob und in welchem Maße sie in einer ausgeräumten Landschaft, einem Überschwemmungs- oder Landschaftsschutzgebiet liegen oder

ob durch den Bau einer Bundesstraße ein bisher großräumig unzerschnittener Raum zerschnitten wird oder nicht.

Ziel des Vorhabens ist es, vor diesem Hintergrund ein indikatorenbasiertes Informations- und Bewertungsinstrument – das „Nachhaltigkeitsbarometer Fläche“ – zu entwickeln, mit dem die derzeitige Flächennutzungsstruktur (Flächennutzung) und deren Veränderungen (Flächeninanspruchnahme) auf der Ebene von Bund, Ländern und Regionen bewertet werden können – und zwar nicht nur unter quantitativen, sondern ebenso unter qualitativen Gesichtspunkten. Damit wird versucht, die informationelle Basis einer integrierten, nachhaltigkeitsorientierten Siedlungspolitik systematisch zu verbreitern. Das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche soll

- die bisherige Mengenperspektive um stärker qualitätsorientierte Informationen zu Flächennutzung und Nutzungsänderungen anreichern,
- das Informationspotenzial der Flächenstatistik verbreitern, indem die verfügbaren statistischen Datengrundlagen konsequenter genutzt, verfügbare neue Datenquellen, insbesondere Geobasisdaten, für flächenstatistische Zwecke mobilisiert und Flächennutzungsdaten mit sektoralen Fachdaten vernetzt werden,
- neben der Deskription der quantitativen und qualitativen Eigenschaften von Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme auch eine Bilanzierung der Erreichung siedlungspolitischer Ziele leisten.

Zu leisten ist damit der Übergang von einer administrativen Flächenstatistik mit quantitativ-deskriptiver Ausrichtung auf eine GIS-basierte Beobachtung des urbanen Nutzungswandels mit einem integrierten quantitativ-qualitativen Ziel- und Evaluationsrahmen.

Informations- und Bewertungsinstrument für Regionen, Länder, Bund

Das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche ist konzipiert als Informations- und Bewertungsinstrument zur politischen Entscheidungsunterstützung und Evaluation der Politiken zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr. Es besteht aus drei eng miteinander verzahnten Komponenten – einem Zielsystem, einem darauf bezogenen Indikatorensystem

und einem Bilanzierungsverfahren, das eine zielbezogene Gesamtbewertung der Flächennutzung und ihrer Veränderung ermöglicht (vgl. Abbildung). Die Indikatoren lassen sich mit verschiedenen Verfahren zu einem Index zusammenfassen, sie können jedoch auch individuell betrachtet werden. Das Nachhaltigkeitsbarometer ist auf unterschiedlichen administrativen Ebenen oberhalb der Gemeindeebene (Landkreise bis Bund) wie auch für nicht-administrative Raumbezugssysteme (wie Gitter und Raster oder landschaftsökologische Raumbezüge wie beispielsweise Gewässereinzugsbereiche) anwendbar.

Schwerpunkt: Siedlungsraum

Inhaltlich liegt der Schwerpunkt des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche auf dem Siedlungsraum mit seinem Bestand an Siedlungs- und Verkehrsnutzungen und seiner funktionalen Verflechtung mit dem angrenzenden Landschaftsraum. Nicht-bauliche Nutzungskategorien, wie z. B. Agrar- oder Waldflächen, und deren Veränderungen gehen nicht in die Bewertung ein, sofern sie keinen Bezug zu urbanen Nutzungsansprüchen aufweisen.

Statische und dynamische Perspektive: Nutzungsmuster und Nutzungsänderung

Das Nachhaltigkeitsbarometer unterscheidet eine statische und eine dynamische Perspektive. Die statische Perspektive bildet „Makroeigenschaften“ zusammenhängender Flächennutzungsmuster zu einem festgelegten Zeitpunkt oder zu verschiedenen Zeitpunkten ab und bewertet diese im Hinblick auf die Ziele einer nachhaltigen Flächennutzung. Eine solche Erhebung operiert zumeist mit hoch aggregierten Messgrößen (z. B. Bestand der Siedlungs- und Verkehrsfläche, Bestand an unzerschnittenen Freiräumen), die jedoch nur eine geringe zeitliche Variabilität aufweisen. Zwar kann die Veränderung von Makroeigenschaften der Flächennutzung im zeitlichen Verlauf gemessen werden. Für Evaluationsprozesse politischen Handelns sind diesbezügliche Informationen aber nur von eingeschränkter Relevanz, weil politische Akteure zeitnahe Rückmeldungen über die Wirksamkeit getroffener Maßnahmen benötigen.

Aus diesem Grund wird die statische durch eine dynamische Perspektive ergänzt, die auf die in einer Bilanzierungsperiode feststellbaren Nutzungsänderungen fokussiert. Im Gegensatz zur aggregierten Betrachtung

basiert die Erhebung von Nutzungsänderungen teilweise auf einer disaggregierten, standortscharfen Betrachtung. Diese wird nach ihrer topologischen, nutzungs- und schutzgutspezifischen Ausprägung sowie dem Entwicklungskontext im Umfeld des betreffenden Standortes bewertet. Während damit die statische Perspektive Wissen für übergeordnete politische Bewertungen der Flächennutzung generiert, stellt die dynamische Perspektive in stärkerem Maße inhaltliche Bezüge zum operativen politischen Handeln auf der Ebene konkreter einzelfallbezogener planerischer und projektbezogener Entscheidungen her.

Vier Typen flächenpolitischer Ziele

Ausgangspunkt der Entwicklung eines Indikatorensystems, welches den oben genannten Anforderungen an die Nachhaltigkeitsberichterstattung gerecht wird, sind die siedlungspolitischen Ziele einer nachhaltigen, d. h. umweltverträglichen und zugleich sozial gerechten und ökonomisch tragfähigen Flächennutzung. Das Nachhaltigkeitsbarometer unterscheidet dabei vier Typen von Zielen:

- **Reduktionsziele:** Unter Reduktionszielen wurden solche Ziele zusammengefasst, die sich auf die quantitative Reduzierung von Flächeninanspruchnahmen für Siedlung und Verkehr und Versiegelung bzw. deren Zuwachsraten beziehen – unabhängig von der Frage, welche Flächen mit welchen Qualitäten davon betroffen sind.
- **Schutz- und Erhaltungsziele:** Schutz- und Erhaltungsziele beziehen sich auf Erhaltung und Schutz von Umweltfunktionen bzw. Schutzgütern oder speziellen Ausprägungen dieser.
- **Nutzungsstrukturelle Ziele:** Als „nutzungsstrukturelle Ziele“ werden Ziele bezeichnet, die sich auf die strukturelle Ausprägung des Flächennutzungsmusters bzw. auf die räumliche Lage bestimmter Nutzungsarten im Kontext des bestehenden Flächennutzungsmusters beziehen. Anders als Reduktionsziele beziehen sich nutzungsstrukturelle Ziele nicht auf die „Komposition“ (Anteil bestimmter Flächennutzungsarten), sondern in erster Linie auf die „Konfiguration“ (räumliche Verteilung) eines Flächennutzungsmusters.
- **Nutzungseffizienzziele:** Nutzungseffizienzziele beziehen sich auf eine Maximie-

zung des ökonomischen und sozialen Nutzens bei Minimierung des Flächeneinsatzes.

Jedem dieser Zieltypen sind mehrere Ziele zugeordnet, die mit spezifischen Indikatoren gemessen werden. Es gibt somit stets eine Entsprechung von Zielen und Indikatoren (Abbildung).

Bilanzierung und Indizierung

Die bei Anwendung der Indikatoren erzielten Messergebnisse lassen sich mit verschiedenen Verfahren zu einem Nachhaltigkeitsindex aggregieren. Im Rahmen des Bilanzierungsverfahrens werden drei Verfahren der Indexbildung vorgeschlagen und erprobt: eine räumliche Indexbildung, eine zeitliche Indexbildung sowie der Einsatz von indikatorspezifischen Transformationsfunktionen. Die Bilanzierung erfolgt getrennt nach Indikatoren, die das Nutzungsmuster abbilden (statische Perspektive) und solchen Kenngrößen, die Flächennutzungsänderungen messen (dynamische Perspektive). Dies erscheint sinnvoll, um politische Akteure differenzierter über Zustand und Veränderung der Flächennutzung informieren zu können.

Dateneinsatz und -verarbeitung

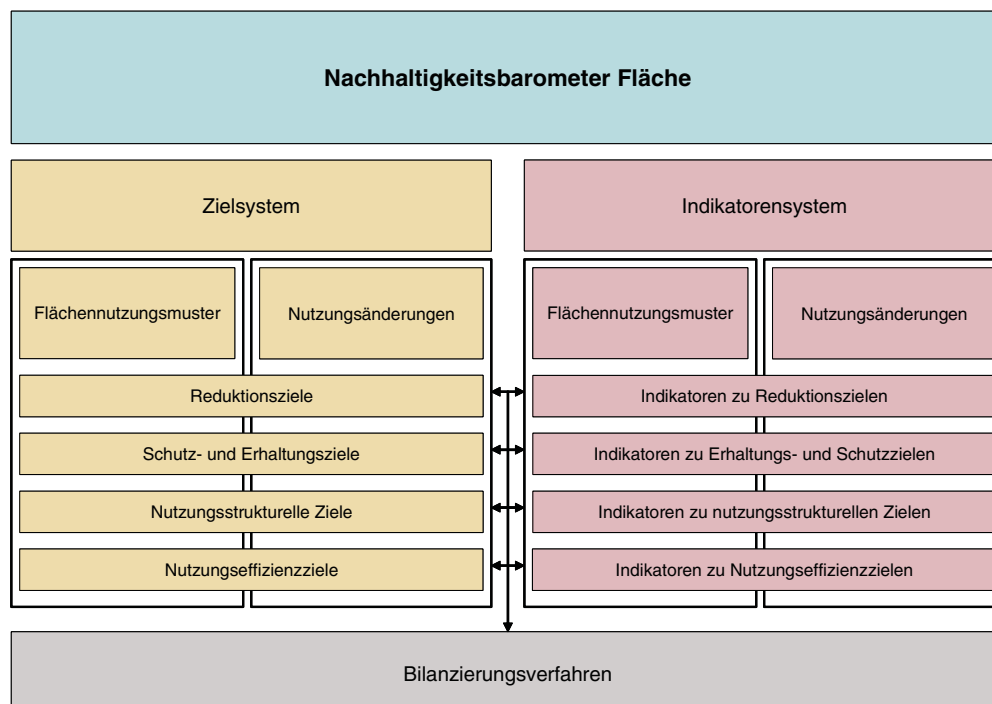
Das Nachhaltigkeitsbarometer setzt geocoodierte und georeferenzierte Daten mit un-

mittelbarem oder mittelbarem Bezug zur Flächennutzung ein. Während bei geocoodierte Daten der Raumbezug nur über einen administrativen Regionalschlüssel hergestellt werden kann (z. B. bei Daten der amtlichen Flächenstatistik), wird der Ortsbezug bei georeferenzierten Daten über geographische Koordinaten erzeugt, sodass Eigenschaften von Flächennutzungen räumlich differenzierter beschrieben werden können. Dies bedeutet für die Anwendung des Barometers, dass Methoden und Techniken geographischer Informationsverarbeitung eingesetzt werden müssen.

Gliederungsstruktur des vorliegenden Berichts

Der vorliegende Abschlussbericht gliedert sich, neben der in **Kapitel 1** geleisteten Einführung in drei Hauptteile. In **Kapitel 2** werden die bislang in Deutschland diskutierten flächenpolitischen Ziele analysiert und mit der oben erläuterten Zieltypologie systematisiert. Dazu wurden wesentliche flächenpolitisch relevante Dokumente ausgewertet, was sowohl rechtliche Grundlagen (z. B. ROG, BauGB, Naturschutzgesetze), politisch-programmatische Aussagen der Bundes- und Landesregierungen (z. B. Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Agenda-21-Programme der Länder) als auch Papiere von Nicht-Regierungsorganisationen sowie Forschungsergebnisse umfasst.

Konzeptioneller Aufbau des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche



In **Kapitel 3** werden für alle flächenpolitischen Ziele Indikatoren vorgeschlagen, mit denen die Zielerreichung gemessen werden kann. Orientiert an der entwickelten Zieltypik (Reduktionsziele, Schutz- und Erhaltungsziele, nutzungsstrukturelle Ziele und Nutzungseffizienzziele) werden 39 Indikatoren vorgeschlagen, von denen 18 Indikatoren als „Kernindikatoren“ dienen. Die praktische Anwendbarkeit der Indikatoren wurde mit den für Bund und Länder verfügbaren Daten getestet. Im Ergebnis liegen für eine Vielzahl von Indikatoren Messergebnisse auf *der* Ebene von Bundesländern vor. Darüber hinaus wurden die Indikatoren für zwei Test-Landkreise (Wesel/NRW und Meißen/Sachsen) angewendet, einige Indikatoren auch für die Kommune Kamp-Lintfort (NRW).

In **Kapitel 4** werden Verfahren vorgestellt, mit denen die Einzelergebnisse der Indikatorenberechnung zu einem Nachhaltig-

keitsindex aggregiert werden können. Teil der Indexbildung ist die normative Indizierung der Einzelindikatoren sowie die Bildung eines Gesamtindex aus den indikatorbezogenen Teilindizes. Gegenstand von Kapitel 4 ist auch der Test der vorgeschlagenen Indizierungsverfahren mit eigens dafür aufbereiteten Daten. Dies betrifft erstens die Indizierung der auf Länderebene berechneten Indikatoren anhand des Durchschnittswerts des Bundesgebietes. Zweitens erfolgt eine Indizierung anhand eines Referenzzeitpunkts, um Trends der Flächennutzung zu bewerten. Drittens erfolgt eine Indexbildung mit wissenschaftlich und/oder politisch begründeten Transformationsfunktionen, wie sie in multikriteriellen Bewertungsverfahren (z. B. der Nutzwertanalyse) angewandt werden. Hierbei werden die gemessenen Einzelindikatorenwerte ordinal oder kardinal Wertstufen zugeordnet und anschließend aggregiert.

Abstract

The land-saving development of newly urbanised areas has been one of the even legally demanded aims of regional and urban planning policies for quite a long time; yet only in recent years this issue has been paid attention to both in the public and in politics. Particularly the objective of the National Sustainability Strategy to reduce land consumption to 30 ha/day until 2020, set off an intensive and quite controversial discussion.

By international comparison, Germany has a good data basis for soil and landscape protection. Yet the official land statistics working with only rather approximate data are inadequate for the complex problems of indicating costs and benefits of land consumption and the relating information requirements by politicians and scientists. So far, for example, it has not been possible to develop effective monitoring or controlling instruments providing reliable information on the quantitative or qualitative development of land consumption and urban form.

With this in mind, it is the aim of this research project to establish an indicator-based information and assessment instrument – called „sustainability barometer“ – by which the present land-use and its changes can be assessed on the federal, the State and the regional level. This sustainability appraisal method is an attempt at systematically widening the informational basis of land-use related policies. The transition from administrative land-use statistics with a quantitative-descriptive orientation to a GIS-based observation of urban land-use and land-use change is to be achieved by an integrated quantitative-qualitative goal and evaluation framework.

The „sustainability barometer“ is an information and assessment instrument to support political decisions and policy evaluations for controlling land consumption by new settlements and transportation infrastructures. It consists of three closely linked components – a system of targets, a relating system of indicators, and a quantitative index generation procedure allowing for an overall decision-oriented assessment of land-use and its changes (compare figure). By different methods land-use indicators can be aggregated to a sustainability index. The appraisal approach can be applied on different administrative levels above the

municipal level (counties, states, country) as well as for non-administrative spatial units (such as grids or landscape units such as catchment areas for water bodies or soil areas).

The indicator system distinguishes between a static and a dynamic perspective. The static perspective indicates „macro qualities“ of urban land-use and land-use patterns at either a predefined point of time or at different points of time. This kind of investigation usually works with highly aggregated data (e.g. the current amount of urbanised land, the number and spatial extent of large undissected open spaces); their temporal variability, however, is rather restricted. Although it is possible to measure the time-dependent changes of macro qualities of land-use, this kind of information is of only minor relevance for evaluating political actions, since their actors require a rather immediate feed-back on the efficacy of certain measures.

The static perspective is therefore supplemented by a dynamic one focussing on those land-use changes that can be recorded within one accounting time period. In contrast to the aggregated approach, investigations on these changes are partly based on disaggregated data focussing on site characteristics of single land-use changes (e.g. the topological and acceptor-specific characteristics of new development). While the static perspective supports higher-ranking political assessments of urban land-use and land-use change, the dynamic perspective rather establishes the contents of operative political actions on project level.

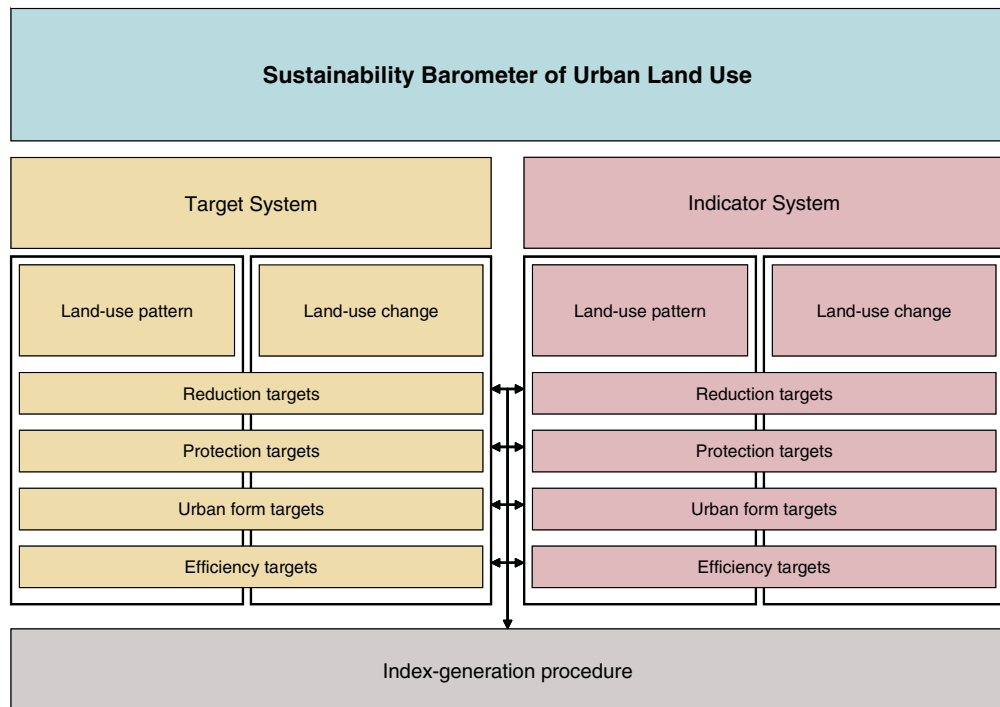
Starting point of developing an indicator system focussing on urban land-use issues is the settlement-policy target of a sustained, i.e. environment-friendly, socially just and economically sound form of land-use pattern. The „sustainability barometer“ distinguishes between four types of targets:

- Reduction targets: These comprise all those targets referring to the quantitative reduction of land consumption for urban uses irrespective of the question what areas are affected by what qualities.
- Protection targets: These refer to the protection of environmentally valued ecosystem components and open spaces and the land areas sustaining them.

- **Urban form targets:** These subsume targets referring to the development of land-use patterns and the spatial integration of newly urbanised areas within the context of existing land-use patterns. By comparison to reduction targets, urban form targets rather focus on the configuration than on the composition of urban land-use patterns.
- **Efficiency targets:** These refer to the degree of economic efficiency regarding urban land-use. An efficient land-use is characterised by maximising economic and social benefits while minimising environmental and social costs associated with urban land uses.

By various procedures, the indicators' measurement results can be aggregated to a sustainability index. Three methods for generating this index have been proposed or tested: a spatially generated index, a temporally generated index, and the application of indicator-specific transformation functions, well known in quantitative assessment tools like cost-benefit analysis. The indicator generation process is carried out separately according to those indicators that represent the land-use pattern (static perspective) and those parameters that measure land-use changes (dynamic perspective). This approach appears to be the best for detailed information on the state and the changes of land-use patterns.

Components of the „Sustainability barometer“ of urban land use



1 Einführung

1.1 Aufgabenstellung und Ziel des Vorhabens

Eine flächensparende Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung zählt seit vielen Jahren zu den, auch gesetzlich geforderten, Zielen der Raumordnungs- und Siedlungspolitik. Aber erst in den vergangenen Jahren fand das Thema verstärkte Aufmerksamkeit in Öffentlichkeit und Politik. Insbesondere die Zielsetzung der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, den Flächenverbrauch für Siedlung und Verkehr bis 2020 auf 30 ha/Tag zu reduzieren, stieß einen intensiven, durchaus kontrovers geführten (vgl. etwa Portz 2004), gesellschaftlichen Dialogprozess an.

Deutschland verfügt über eine im internationalen Vergleich gute Datenbasis für den Boden- und Freiraumschutz. Dennoch reicht die, mit wenigen globalstatistischen Größen operierende, amtliche Flächenstatistik nicht dazu aus, der Komplexität des Problems der Flächeninanspruchnahme sowie den diesbezüglichen Informationsanforderungen aus Politik und Wissenschaft gerecht zu werden. So gelang es bisher nicht, flächenstatistische Monitoring- und Controlling-Instrumentarien zu entwickeln, die verlässlich Auskunft über die quantitative und qualitative Entwicklung der Flächeninanspruchnahme geben.

Als zentrale Probleme des flächenstatistischen Beobachtungssystems, die zum bislang eher geringen Erfolg politischer Bemühungen zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme beitragen, sind zu nennen:

- die eingeschränkte sachliche Auflösung von Flächennutzungsdaten nach verschiedenen Nutzungsarten, die wenig Möglichkeiten bietet, die Flächeninanspruchnahme sowie Nutzungsänderungen innerhalb der Siedlungsflächen differenziert zu analysieren,
- die unklare Definition und Operationalisierung qualitativer Größen der Flächennutzung, wie z. B. Zersiedelung, Zerschneidung, ökologische Empfindlichkeit betroffener Flächen (Siedentop et al. 2003),
- die mangelhafte Nutzung georeferenzierter Flächennutzungsdaten (wie ATKIS) für flächenstatische und raumanalytische Zwecke, sodass die strukturellen Eigenschaften des Flächennutzungs-

wandels (Urban Sprawl, Zersiedelung, Fragmentierung) kaum Gegenstand der amtlichen Flächenstatistik und damit auch der siedlungspolitischen Zielfindung und Evaluierung sind,

- das weitgehende Fehlen geeigneter Schnittstellen zwischen Flächennutzungsdaten und anderen, etwa landschaftsökologischen, Fachdatenbeständen, sodass das Informationspotenzial solcher Datenbasen nur teilweise ausgeschöpft wird (Flacke 2003),
- einer inhaltlichen Fokussierung auf das Wachstum des Siedlungsraumes und seiner Komponenten, während Daten zur inneren Dynamik des Siedlungsraums kaum existieren (z. B. Baulücken, Brachflächen, Wohnungsleerstände).

All diese Defizite haben mit dazu beigetragen, dass der politische Diskurs zur Steuerung der Flächennutzung als einseitige, nur bedingt sachgerechte „Mengendebatte“ geführt wird, da die amtliche Flächenstatistik bisher kaum die Möglichkeit bietet, etwa landschaftsökologische Beeinträchtigungen, Infrastrukturkosten oder Beeinträchtigungen von Erholungsräumen abzuschätzen, die sich aus der Flächeninanspruchnahme ergeben. Die derzeitige Flächenstatistik ist somit in gewissem Sinne „qualitätsblind“. Mit ihren Möglichkeiten würden im Rahmen einer Evaluierung der flächenpolitischen Ziele der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie die Bodeneigenschaften der von Überbauung betroffenen Böden ebenso unberücksichtigt bleiben wie die räumliche Nähe neuer Siedlungsflächen zu Versorgungseinrichtungen oder Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs. Es wäre gleichgültig, ob die einer Bilanzperiode in Anspruch genommenen Flächen vollständig versiegelt sind oder einen höheren Anteil an Grünflächen oder wassergebundenen Decken aufweisen, ob und in welchem Maße sie in einer ausgeräumten Landschaft, einem Überschwemmungs- oder Landschaftsschutzgebiet liegen oder ob durch den Bau einer Bundesstraße ein bisher großräumig unzerschnittener Raum zerschnitten wird oder nicht.

Neben den beschriebenen Datenlücken und Problemen der Nutzung flächenstatistischer Basisdaten resultieren Defizite nicht allein aus der mangelnden Verfügbarkeit von Daten, sondern ebenso aus ihrer unzu-

reichenden politik- und planungsbezogenen Aufbereitung und Operationalisierung.

Ziel des Vorhabens ist es, vor diesem Hintergrund ein indikatorenbasiertes Informations- und Bewertungsinstrument – das „Nachhaltigkeitsbarometer Fläche“ – zu entwickeln, mit dem die derzeitige Flächennutzungsstruktur (Flächennutzung) und deren Veränderungen (Flächeninanspruchnahme) auf der Ebene von Bund, Ländern und Regionen bewertet werden können – und zwar nicht nur unter quantitativen, sondern ebenso unter qualitativen Gesichtspunkten. Damit wird versucht, die informationelle Basis einer integrierten, nachhaltigkeitsorientierten Siedlungspolitik systematisch zu verbreitern. Das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche soll

- die bisherige Mengenperspektive um stärker qualitätsorientierte Informationen zu Flächennutzung und Nutzungsänderungen anreichern,
- das Informationspotenzial der Flächenstatistik verbreitern, indem die verfügbaren statistischen Datengrundlagen konsequenter genutzt, verfügbare neue Datenquellen, insbesondere Geobasisdaten, für flächenstatistische Zwecke mobilisiert und Flächennutzungsdaten mit sektoralen Fachdaten vernetzt werden,
- neben der Deskription der quantitativen und qualitativen Eigenschaften von Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme auch eine Bilanzierung der Erreichung siedlungspolitischer Ziele leisten.

Zu leisten ist damit der Übergang einer administrativen Flächenstatistik mit quantitativ-deskriptiver Ausrichtung in eine GIS-basierte Beobachtung des urbanen Nutzungswandels mit einem integrierten quantitativ-qualitativen Ziel- und Evaluationsrahmen.

Ausdrücklich sei auf zwei Punkte hingewiesen: (1) Das Nachhaltigkeitsbarometer ist nicht als Werkzeug für eine breite Landschaftsbewertung zu verstehen, sondern setzt einen Schwerpunkt auf die Siedlungsentwicklung, ohne dabei sinnvolle Bezüge zu Nutzungen des offenen Landschaftsraumes auszublenden. (2) Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde das Nachhaltigkeitsbarometer konzipiert und hinsichtlich seiner daten- und EDV-technischen Realisierbarkeit untersucht. Nicht vorgesehen war die Entwicklung und Programmierung eines „EDV-Tools“, das etwa auf CD-ROM vielfach verfügbar und anwendbar ist.

1.2 Konzeption des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche

Informations- und Bewertungsinstrument für Regionen, Länder, Bund

Das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche ist konzipiert als Informations- und Bewertungsinstrument zur politischen Entscheidungsunterstützung und Evaluation der Politiken zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr. Es besteht aus drei eng miteinander verzahnten Komponenten – einem Zielsystem, einem darauf bezogenen Indikatorensystem und einem Bilanzierungsverfahren, das eine zielbezogene Gesamtbewertung der Flächennutzung und ihrer Veränderung ermöglicht (vgl. Abb. 1). Die Indikatoren lassen sich mit verschiedenen Verfahren zu einem Index zusammenfassen, sie können jedoch auch individuell betrachtet werden. Das Nachhaltigkeitsbarometer ist auf unterschiedlichen administrativen Ebenen oberhalb der Gemeindeebene (Landkreise bis Bund) wie auch für nicht-administrative Raumbezugssysteme (wie Gitter und Raster oder landschaftsökologische Raumbezüge wie Gewässereinzugsbereiche) anwendbar.

Erfassung quantitativer und qualitativer Eigenschaften der Flächennutzung

Die Konzeption des Nachhaltigkeitsbarometers beruht auf der Erkenntnis, dass der Flächennutzungswandel als ein multidimensionales Phänomen zu verstehen ist (Galster et al. 2001; Ewing et al. 2002; Torrens/Alberti 2000). Dieses kann nicht allein mit Indikatoren abgebildet werden, die lediglich quantitative, mengenbezogene Ausprägungen von Siedlungs- und Verkehrsflächen messen. Daher werden auch Indikatoren eingesetzt, die qualitative Eigenschaften der Flächennutzung erfassen. Gegenstand des Barometers ist sowohl die nutzungsbezogene „Komposition“ der Flächennutzung, worunter die nutzungsartenbezogene Zusammensetzung des Flächennutzungsmusters verstanden wird, als auch die „Konfiguration“ der Flächennutzung, also das räumliche Gefüge von Flächennutzungen unterschiedlicher Art.

Schwerpunkt: Siedlungsraum

Inhaltlich liegt der Schwerpunkt des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche auf dem Siedlungsraum mit seinem Bestand an Siedlungs- und Verkehrsnutzungen und seiner funktionalen Verflechtung mit dem angren-

zenden Landschaftsraum. Nicht-bauliche Nutzungskategorien, wie z. B. Agrar- oder Waldflächen, und deren Veränderungen gehen nicht in die Bewertung ein, sofern sie keinen Bezug zu urbanen Nutzungsansprüchen aufweisen.

Statische und dynamische Perspektive: Nutzungsmuster und Nutzungsänderung

Das Nachhaltigkeitsbarometer unterscheidet eine statische und eine dynamische Perspektive. Die statische Perspektive bildet „Makro-eigenschaften“ zusammenhängender Flächennutzungsmuster zu einem festgelegten Zeitpunkt oder zu verschiedenen Zeitpunkten ab und bewertet diese im Hinblick auf die Ziele einer nachhaltigen Flächennutzung. Eine solche Erhebung operiert mit hoch aggregierten Messgrößen (z. B. Bestand der Siedlungs- und Verkehrsfläche, Bestand an unzerschnittenen Freiräumen), die jedoch nur eine geringe zeitliche Elastizität aufweisen. Zwar kann die Veränderung von Makro-eigenschaften der Flächennutzung im zeitlichen Verlauf gemessen werden. Für Evaluationsprozesse politischen Handelns sind diesbezügliche Informationen aber nur von eingeschränkter Relevanz, weil politische Akteure zeitnahe Rückmeldungen über die Wirksamkeit getroffener Maßnahmen benötigen.

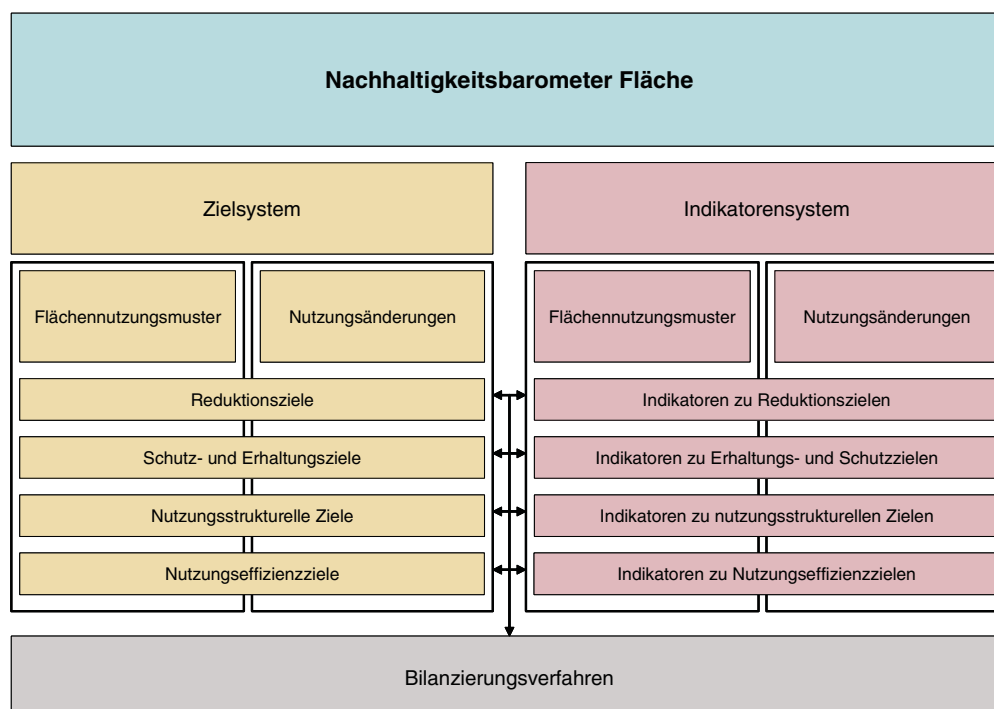
Aus diesem Grund wird die statische durch eine dynamische Perspektive ergänzt, die auf die in einer Bilanzierungsperiode feststellbaren Nutzungsänderungen fokussiert. Im Gegensatz zur aggregierten Betrachtung basiert die Erhebung von Nutzungsänderungen teilweise auf einer disaggregierten, standortscharfen Betrachtung. Diese werden nach ihrer topologischen, nutzungs- und akzeptorspezifischen Ausprägung sowie dem Entwicklungskontext im Umfeld des betreffenden Standortes bewertet. Während damit die statische Perspektive Wissen für übergeordnete politische Bewertungen der Flächennutzung generiert, stellt die dynamische Perspektive in stärkerem Maße inhaltliche Bezüge zum operativen politischen Handeln auf Projektebene her.

Vier Typen flächenpolitischer Ziele

Das Nachhaltigkeitsbarometer unterscheidet vier Typen von Zielen (vgl. Abb. 1 und ausführlich Kap. 2):

- Reduktionsziele
- Erhaltungs- und Schutzziele
- Nutzungsstrukturelle Ziele
- Nutzungseffizienzziele.

Abbildung 1
Konzeptioneller Aufbau des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche



Quelle: Eigene Darstellung

Jedem dieser Zieltypen ist eine Menge von Zielen zugeordnet, die mit spezifischen Indikatoren gemessen werden. Es gibt somit stets eine Entsprechung von Zielen und Indikatoren.

Bilanzierung und Indizierung

Die bei Anwendung der Indikatoren erzielten Messergebnisse lassen sich mit verschiedenen Verfahren zu einem Nachhaltigkeitsindex aggregieren. Im Rahmen des Bilanzierungsverfahrens werden drei verschiedene Verfahren der Indexbildung vorgeschlagen *und* erprobt (vgl. ausführlich Kap. 4): eine räumliche Indexbildung, eine zeitliche Indexbildung sowie der Einsatz von indikatorspezifischen Transformationsfunktionen. Die Bilanzierung erfolgt getrennt nach Indikatoren, die das Nutzungsmuster abbilden (statische Perspektive) und solchen Größen, die Flächennutzungsänderungen messen (dynamische Perspek-

tive). Dies erscheint sinnvoll, um politische Akteure differenzierter über Zustand und Veränderung der Flächennutzung informieren zu können.

Dateneinsatz und -verarbeitung

Das Nachhaltigkeitsbarometer setzt geocoordierte und georeferenzierte Daten mit unmittellbarem oder mittelbarem Bezug zur Flächennutzung ein. Während bei geocoordierte Daten der Raumbezug nur über einen administrativen Regionalschlüssel hergestellt werden kann (z. B. bei Daten der amtlichen Flächenstatistik) wird der Ortsbezug bei georeferenzierten Daten über geografische Koordinaten erzeugt, sodass Eigenschaften von Flächennutzungen räumlich differenzierter beschrieben werden können. Dies bedeutet für die Anwendung des Barometers, dass Methoden und Techniken geographischer Informationsverarbeitung eingesetzt werden müssen.

2 Flächenpolitische Ziele und Zieldiskussion

2.1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Primäre Voraussetzung für die Nachhaltigkeitsbewertung von Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme ist die Existenz entsprechender Ziele. Solche existieren bereits oder befinden sich in der politischen und fachwissenschaftlichen Diskussion. Ziel dieses Kapitels ist es daher,

- einen umfassenden Überblick über bestehende und diskutierte flächenpolitische Ziele zu geben,
- die Ziele zu beschreiben, u. a. hinsichtlich ihres Konkretheitsgrades,
- die Ziele zu systematisieren,
- hierdurch einen Katalog von flächenpolitischen Zielen zusammenzustellen, die auf Bundes- und Landesebene verfolgt werden, in das Nachhaltigkeitsbarometer Eingang finden und durch Indikatoren evaluiert werden könnten,
- die Erfordernisse zur weiteren Operationalisierung (Quantifizierung, Regionalisierung) der auf Bundes- oder Landesebene festgelegten flächenpolitischen Ziele und damit verbundene Probleme aufzuzeigen.

Die hier vorgenommene Synopse beschränkt sich auf Ziele, die sich unmittelbar auf die Art und Weise der Flächennutzung bzw. Flächeninanspruchnahme und auf die dazu in Bezug stehenden (ökonomischen, ökologischen und sozialen) Zustände beziehen. Nicht Gegenstand des Vorhabens waren instrumentelle Ziele oder Handlungsziele, durch die die erstgenannten Ziele erreicht werden sollen, wie etwa die Änderung gesetzlicher Rahmenbedingungen, die Einführung handelbarer Flächenausweisungsrechte, der Aufbau von Brachflächenkatastern oder Maßnahmen zu Information und Bewusstseinsbildung etc. Dies begründet sich damit, dass das Nachhaltigkeitsbarometer Auskunft darüber geben soll, was konkret „auf der Fläche“ geschieht, nicht im „gesellschaftlichen Vorfeld“.

Es wurden wesentliche flächenpolitisch relevante Dokumente ausgewertet. Darunter fallen rechtliche Grundlagen (z. B. ROG, BauGB, Naturschutzgesetze), politisch-programmatische Aussagen der Bundes-

und Landesregierungen (z. B. Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Agenda-21-Programme der Länder), Papiere von Nicht-Regierungsorganisationen sowie Forschungsergebnisse. Insbesondere wird differenziert zwischen Bundes- und Landesebene sowie zwischen rechtlich und nicht rechtlich fixierten Zielsetzungen. Auf Länderebene wurden insbesondere die Landesentwicklungsprogramme ausgewertet, um feststellen zu können, ob sich Ziele der Bundesebene auch dort niederschlagen und insofern – zumindest grundsätzlich – von einer breiten Akzeptanz dieser Ziele ausgegangen werden kann oder nicht.

In den folgenden Abschnitten werden die in den betrachteten Dokumenten enthaltenen Ziele „herausgefiltert“, bei starker Ähnlichkeit zusammengefasst und systematisiert. Eigene, über die vorgefundenen Ziele hinausgehende Vorschläge werden nicht gemacht, auch auf eine Quantifizierung qualitativer Ziele wird verzichtet. Dies bleibt dem gesellschaftlichen und politischen Diskurs vorbehalten. In Kapitel 3 werden Hinweise zu Art und Weise einer erforderlichen Operationalisierung quantitativer und qualitativer Ziele gegeben sowie damit verbundene Erfordernisse und Probleme aufgezeigt.

2.2 Bestehende und diskutierte flächenpolitische Ziele

Systematisierung der Ziele, Überblick

Die ermittelten Einzelziele wurden bei starker inhaltlicher Ähnlichkeit zusammengefasst und insgesamt fünf Gruppen (Zieltypen) zugeordnet: Übergeordnete Ziele, Reduktionsziele, Erhaltungs- und Schutzziele, nutzungsstrukturelle Ziele sowie Nutzungseffizienzziele. Zur leichteren Zuordenbarkeit im weiteren Arbeitsverlauf erhalten die Ziele Kurzformeln zur Identifizierung. Tabelle 1 gibt einen Überblick.

Die Zuordnung der einzelnen Ziele zu den Zieltypen hat z. T. analytischen Charakter, da die Ziele auf vielfache Weise miteinander in Wechselwirkung stehen und häufig auch Konkretisierungen anderer Ziele darstellen. Insbesondere zwei Ziele erwiesen sich als so generell, dass sie als „übergeordnete Ziele“

Tabelle 1
Flächenpolitische Ziele und ihre Kategorisierung – Überblick

	Zieltyp
	Übergeordnete Ziele
ÜZ 1	Ressourcenschonende Flächeninanspruchnahme und sparsamer Umgang mit Naturgütern
ÜZ 2	Vorrang innerörtlicher Entwicklung vor Entwicklung im Außenbereich („Innen vor Außen“)
	Reduktionsziele (RZ)
RZ 1	Reduzierung der Flächeninanspruchnahme
RZ 2	Reduzierung weiterer Versiegelung / des Versiegelungsgrades
RZ 3	Entsiegelung – Rückbau nicht mehr benötigter Bauflächen, Ausgleich für Neuversiegelung
	Erhaltungs- und Schutzziele (EZ)
EZ 1	Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit)
EZ 2	Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft
EZ 3	Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume
EZ 4	Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen
	Nutzungsstrukturelle Ziele (SZ)
SZ 1	Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung
SZ 2	Nachverdichtung und Innenentwicklung
SZ 3	Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen
SZ 4	Nutzungsmischung im Siedlungsbereich
SZ 5	Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen
SZ 6	Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen
	Nutzungseffizienzziele (NZ)
NZ 1	Intensivierung der Flächennutzung
NZ 2	Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme

Quelle: Eigene Darstellung

(1) Auch wäre es durchaus möglich gewesen, die Ziele „Nachverdichtung und Innenentwicklung“ sowie „Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen“ nicht den nutzungsstrukturellen Zielen, sondern den Nutzungseffizienzzielen zuzuordnen. U. a. aufgrund der Systematik der aus ihnen abgeleiteten Indikatoren wurden sie jedoch wie hier dargestellt zugeordnet.

(2) Die Landesplanungsgesetze stellen in den meisten Fällen keine eigenen Grundsätze der Raumordnung auf, sondern beziehen sich lediglich auf die Grundsätze des § 2 ROG, die auch für die Länder gelten. Ausnahmen hiervon bilden in geringem Umfang lediglich die LPlG von Bayern und Mecklenburg-Vorpommern, die vereinzelt flächenpolitische Ziele als Grundsätze der Raumordnung benennen, die sich in dieser Form im ROG nicht finden. In Schleswig-Holstein enthält das Landesentwicklungsgrundsatzgesetz eigene flächenpolitische Zielsetzungen. Im Folgenden gelten daher die Aussagen zum ROG auch für die Länder, es werden lediglich darüber hinausgehende Grundsätze in den Ländergesetzen erwähnt.

(3) Die Bezeichnung ist nicht einheitlich, sie wechselt je nach Land zwischen Landesentwicklungsplan, Landesentwicklungsprogramm, Landesraumordnungsplan oder Raumentwicklungsplan. Im Folgenden wird die einheitliche Abkürzung LEP verwendet.

(4) Bemerkenswert ist hier, dass die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 296) als Ziel lediglich die „Innenentwicklung“ der städtischen Bereiche bzw. „Innenentwicklung vor Außenentwicklung“ angibt und nur vermerkt, dass das Vorhaben „Städte der Zukunft“ gezeigt hat, „dass ein Verhältnis von Innen- zu Außenentwicklung von 3 : 1 als durchaus anspruchsvolle Zielsetzung in den untersuchten Städten bereits überwiegend erreicht wurde“. Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie macht sich das Ziel damit nicht explizit zu Eigen. Demgegenüber heißt es im Fortschrittsbericht 2004 (Bundesregierung 2004, S. 209): „Entsprechend dem Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, ein Verhältnis von Innenentwicklung und Außenentwicklung von 3 : 1 zu erreichen ...“

bezeichnet werden müssen, die durch die anderen Ziele konkretisiert werden¹. Dennoch wurde darauf geachtet, dass die gewählten Zieltypen insgesamt möglichst trennscharf sind. Die einzelnen Ziele werden im Folgenden detailliert beschrieben.

Übergeordnete Ziele

Ziel: Ressourcenschonende Flächeninanspruchnahme und sparsamer Umgang mit Naturgütern (Ziel ÜZ 1)

Die Erkenntnis über die negativen Auswirkungen einer immer weiter fortschreitenden Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr hat sich in der Politik zumindest prinzipiell durchgesetzt, die Notwendigkeit einer sparsamen und schonenden Inanspruchnahme weiterer Flächen und einer Reduzierung des Flächenverbrauchs ist weithin akzeptiert. Im ROG (§ 2), im BauGB („Bodenschutzklausel“, § 1a, Abs. 2) und in den Naturschutzgesetzen des Bundes und der Länder ist dieses Ziel in unterschiedlichen Formulierungen rechtlich verankert. Dies gilt auch für die Landesplanungsgesetze². Erwähnung findet es auch im Raumordnungsbericht (BBR 2000), im Bodenschutzbericht der Bundesregierung (Bundesregierung 2002b) sowie in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 287). Zudem

bildet das Ziel eine Grundlage für die Aktivitäten einzelner Bundesländer zum Flächen(ressourcen)management (Bayern, Baden-Württemberg). Auch wird das Ziel in fast allen Landesentwicklungsplänen bzw. -programmen (LEP) genannt³.

Ziel: Vorrang innerörtlicher Entwicklung vor Entwicklung im Außenbereich („Innen vor Außen“) (Ziel ÜZ 2)

Dieses Ziel findet sich – wiederum in unterschiedlichen Formulierungen – im ROG (§ 2, Abs. 2, Nr. 2), im BauGB (§ 1a, Abs. 2) und im Landesnaturschutzgesetz Schleswig-Holstein (§ 2, Abs. 1, Nr. 4).

Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 292 f., S. 296) und der Fortschrittsbericht 2004 (Bundesregierung 2004, S. 209) geben unter Bezug auf das BBR-Forschungsprojekt „Städte der Zukunft“ als Ziel ein Verhältnis von 3 : 1 von Innen- zu Außenentwicklung an⁴, ebenso der Entwurf der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (BMU 2005, S. 60).

Darüber hinaus findet das Ziel Erwähnung in den beiden Berichten zur Habitat-II-Konferenz in Istanbul (Deutsches Nationalkomitee Habitat II 1996, S. 6; BBR 2001, S. 15) sowie im Umweltgutachten 2000 (SRU 2000, S. 44). Auch der Deutsche Städtetag (2000, S. 6) hat eine entsprechende

Position bezogen. Ebenso spricht sich das UBA (2003, S. 24) für einen Vorrang der Innenentwicklung bei hoher Umwelt- und Lebensqualität für die Bewohner und geringerer Bodenbeeinträchtigung aus.

In den meisten Landesentwicklungsplänen findet sich das Ziel entweder in der Form „Innen vor Außen“ oder bereits konkretisiert in Form des Ziels „Nachverdichtung und Innenentwicklung“ (Ziel SZ 2, s. u.). Darüber hinaus wird es erwähnt in der Saarland-Agenda, in der Dokumentation „Für ein zukunftsfähiges NRW“ im Rahmen der Erstellung einer Agenda 21 für Nordrhein-Westfalen (MUNLV 2003, S. 50)⁵ sowie in einem Schreiben des bayerischen Innenministeriums an alle Bürgermeister zur Verringerung des Flächenverbrauchs in der Bauleitplanung.

Das Ziel ÜZ 2 steht in engem Zusammenhang zu Ziel ÜZ 1, da es unmittelbar zu einer ressourcenschonenden Flächeninanspruchnahme und einem sparsamen Umgang mit Naturgütern beiträgt.

Hinzuweisen ist darauf, dass alle Ziele, die eine innerörtliche Nachverdichtung und bauliche Entwicklung formulieren, mit den Zielen zur Erhaltung von innerörtlichen Freiräumen und Grünflächen in Konflikt geraten (können). Eine Abwägung zwischen beiden Zielen kann nicht pauschal getroffen werden, sondern bedarf der Betrachtung des Einzelfalls.

Reduktionsziele

Unter Reduktionszielen wurden solche Ziele zusammengefasst, die sich auf die quantitative Reduzierung von Flächeninanspruchnahmen und Versiegelungen bzw. deren Zuwachsraten beziehen – unabhängig von der Frage, welche Flächen mit welchen Qualitäten davon betroffen sind.

Ziel: Reduzierung der Flächeninanspruchnahme (Ziel RZ 1)

Das Ziel „ressourcenschonende Flächeninanspruchnahme“ (ÜZ 1) impliziert noch nicht das Ziel „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme“, da es diese prinzipiell nicht ausschließt bzw. nicht von vornherein ein bestimmtes Maß festlegt. Eine Reduzierung ist erst dann anzustreben, wenn die bestehende Flächeninanspruchnahme quantitativ nicht „ressourcenschonend“ oder „sparsam“ ist. Daher sind beide Ziele getrennt voneinander zu betrachten.

Zwar findet sich das Ziel in den relevanten Gesetzen nicht explizit wieder, sehr wohl jedoch in einer Reihe untergesetzlicher Dokumente auf allen politisch-administrativen Ebenen, in denen es allerdings nicht immer quantifiziert wird. Entsprechende Dokumente auf Bundesebene sind etwa der Städtebauliche Bericht des BfLR (BfLR 1996), der Bericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestags von 1997 sowie eine Veröffentlichung des UBA (2003, S. 4).

Auf Landesebene findet es sich im LPIG Bayern, im Landesentwicklungsgrundsatzgesetz Schleswig-Holstein sowie in den meisten LEP (Ausnahme: Hessen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein), in der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes Schleswig-Holstein (2004, S. 22), im Umweltplan des Landes Baden-Württemberg (MUV 2000, S. 44) sowie in diversen Dokumenten des Landes Bayern zum Bündnis für Flächensparen und zum kommunalen Flächenressourcen-Management. Diskutiert wird es auch in der „Agenda 21 NRW“ (MUNLV 2003, S. 14).

Eine umfassende Recherche über entsprechende Zielsetzungen auf kommunaler Ebene würde den Rahmen des Vorhabens sprengen. Aus Pilotvorhaben zum kommunalen Flächenmanagement in Bayern, Baden-Württemberg und seit kurzem auch in Sachsen sowie aus Stellungnahmen kommunaler Spitzenverbände lässt sich jedoch schließen, dass das Thema auf der kommunalen Ebene „angekommen“ ist, wenn gleich es dort durchaus kontrovers diskutiert wird und auf vehemente Ablehnung des Deutschen Städte- und Gemeindebundes stößt (Portz 2004). Die kommunale Thematisierung zeigt sich auch daran, dass die überwiegende Zahl kommunaler Nachhaltigkeitsindikatorenssysteme einen Indikator zur Siedlungs- und Verkehrsfläche enthält und dies implizit oder explizit mit dem Ziel der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme verbunden ist. Einschränkend ist allerdings darauf hinzuweisen, dass kommunale Nachhaltigkeitsberichte in der Regel keinen oder nur sehr marginalen Einfluss auf politische Entscheidungen haben (Heiland et al. 2003).

Quantifiziert wird das Ziel der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme in folgenden Unterlagen bzw. von folgenden Akteuren

- Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 99, S. 288): Redu-

(5) Die Dokumentation (MUNLV 2003) trifft keine Aussage darüber, ob die hier dargestellten, von Experten in Arbeitsgruppen erarbeiteten, Ergebnisse bereits die „Agenda 21 NRW“, deren Entwurf oder eine Vorstufe in anderer Form darstellen und welche politische Verbindlichkeit sie haben sollen. Im Folgenden wird aus Gründen der sprachlichen Einfachheit von „Agenda 21 NRW“ (in Anführungszeichen!) gesprochen.

zierung der bundesweiten Flächeninanspruchnahme auf 30 ha/Tag bis 2020 (ebenso der Bodenschutzbericht (Bundesregierung 2002b⁶) unterstützend hierzu RNE 2004, S. 3 ff.; SRU 2002, S. 156; 2004, S. 169 ff.).

- Umweltbundesamt (UBA 2003, S. 4): Reduzierung des Wachstums SuV-Fläche von 130 ha auf 80 ha im Jahr 2010, auf 30 ha im Jahr 2020, dazwischen ist ein linearer Rückgang anzustreben. Bezogen auf die Verkehrsfläche allein fordert das UBA (2003, S. 29) eine Reduzierung des Wachstums der SuV-Fläche für Erschließungsstraßen von 10 ha/Tag auf weniger als 3 ha/Tag im Jahr 2020.
- Entwurf einer Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (BMU 2005, S. 60): 2010 (60 ha/Tag), 2020 (30 ha/Tag), 2050 (0 ha/Tag). Versiegelungen sind dann nur noch bei Entsiegelung an anderer Stelle möglich.
- Enquete-Kommission des Bundestags „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (1997): Verringerung der bundesweiten Flächeninanspruchnahme bis 2010 auf 10 Prozent der Rate der Jahre 1993-1995.
- Saarland-Agenda (Ministerium für Umwelt des Saarlandes 2004): Begrenzung des mittleren Flächenverbrauchs im Saarland auf 0,5 ha pro Tag.
- Landesnaturschutzverband Baden-Württemberg (LNV): Reduktion des Flächenverbrauchs in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2010 stufenweise auf ein Zehntel, also auf 1,2 ha pro Tag.⁷
- BUND Baden-Württemberg: Reduktion des Nettoflächenverbrauchs in Baden-Württemberg um 50 Prozent bis 2005 und auf Null bis 2010 (zit. bei NBBW 2004, S. 14).
- Naturschutzbund Baden-Württemberg (NABU-BW): Reduktion des Nettoflächenverbrauchs in Baden-Württemberg um 50 Prozent bis 2010 und auf Null bis 2020 (zit. bei NBBW 2004, S. 14).

Neben BMU (2005), BUND und NABU Baden-Württemberg fordern weitere Akteure die langfristige Reduzierung der Netto-Neuinanspruchnahme von Flächen auf Null: Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE 2001; Nullwachstum bis spätestens 2050, zit. bei NBBW 2004, S. 14), UBA (Hintergrundpapier zum Flächenverbrauch, 2004), SRU (2000, S. 44; 2002, S. 156; vgl. auch SRU 2004, S. 169 ff.), Akademie für Raumord-

nung und Landesplanung in einer Stellungnahme zur Flächenhaushaltspolitik (ARL 2004), Naturschutzbund Deutschland (NABU 2004) sowie der Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg (2004). Auch der Nationalbericht zu Istanbul+5 im Rahmen von Habitat II (BBR 2001, S. 15) fordert, die Umwandlung von unbebauten Flächen in bebaute langfristig durch gleichzeitige Erneuerung (Entsiegelung u. a.) vollständig zu kompensieren. Dieser Auffassung hat sich auch die Bundesregierung im Fortschrittsbericht 2004 (Bundesregierung 2004, S. 198) angeschlossen, wenngleich mit der vorsichtigen Formulierung, dass es „im Idealfall langfristig gelingen (sollte), die tatsächliche Neuinanspruchnahme von Flächen weitgehend durch die erneute Nutzung vorhandener Flächen zu ersetzen“.

Über das Ziel der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme hinaus formuliert die „Agenda 21 NRW“ das Ziel einer mittel- bis langfristigen Erhöhung des Freiraumanteils (s. hierzu Ziel RZ 3). Weitere quantifizierte Ziele zur Reduzierung der Zunahme von Verkehrsflächen finden sich im Zusammenhang mit der Reduzierung der Landschaftszerschneidung (s. Ziel EZ 3).

Ziel: Reduzierung weiterer Versiegelung (Ziel RZ 2)

Siedlungs- und Verkehrsfläche ist nicht identisch mit versiegelter Fläche, sondern umfasst auch nicht versiegelte Flächen. Daher ist das Ziel einer Reduzierung der Flächeninanspruchnahme für SuV zu trennen vom Ziel der Reduzierung weiterer Versiegelung. Gleichwohl wird beides häufig zwar nicht gleichgesetzt, aber die SuV doch als Indikator für den Grad der Versiegelung genommen. Anders ausgedrückt: Da SuV immer zu einem bestimmten Anteil (durchschnittlich etwa zu 40 % bis 50 %) aus versiegelter Fläche besteht, beinhaltet die Reduzierung der SuV-Fläche immer auch die Reduzierung der Versiegelung. Daher ist es nicht erstaunlich, dass das Thema Versiegelung in den ausgewerteten Dokumenten explizit nicht häufig genannt wird.

Eine Pflicht zur Begrenzung der Versiegelung auf das notwendige bzw. unvermeidliche Maß findet sich im BauGB § 1a, Abs. 2, im Landesnaturschutzgesetz Schleswig-Holstein (§ 2, Abs. 1, Nr. 4) und im Hamburgischen Naturschutzgesetz (§ 1, Nr. 6). Laut LPIG Bayern (§ 2, Nr. 13) sind bei Maßnahmen der Siedlung und der Infrastruktur

(6) Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a) sowie der Bodenschutzbericht sind in weiten Teilen der Analyse und Zielformulierung zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme wortgleich. Daher wird im Folgenden kein Bezug mehr auf den Bodenschutzbericht genommen.

(7) Angaben über LNV, BUND und NABU in Baden-Württemberg entnommen bei Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg, NBBW (2004, S. 14).

die Möglichkeiten der Minderung des Flächenverbrauchs zu berücksichtigen, gemäß Landesentwicklungsgrundsatzesgesetz Schleswig-Holstein (§ 6, Abs. 4) ist „bei allen Planungen und Maßnahmen [...] auf eine sparsame Inanspruchnahme und möglichst geringe zusätzliche Versiegelung der Bodenflächen hinzuwirken“.

Konkrete Zielwerte für die Versiegelung von Verkehrswegen benennt das UBA (2003, S. 32): Bis 2005 soll die versiegelte Straßen- und Wegefläche auf dem Niveau des Jahres 2002 gehalten werden (Neuersiegelung nur bei Entsiegelung im selben Umfang). Beim Neubau klassifizierter Straßen außerorts soll eine Reduzierung der Fahrbahnbreite um 5 % gegenüber heutigen Ausbaustandards vorgenommen werden (ebd.).

Weiterhin findet das Ziel Erwähnung in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 290), im Umweltgutachten 2000 (SRU 2000, S. 43), in UBA Texte 90/03 (2003, S. 29, S. 101), in den LEP Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, in der Saarland-Agenda (2004, S. 149), in der Nachhaltigkeitsstrategie Schleswig-Holstein (2004, S. 22) sowie in BayStMI (2002, S. 3).

Ziel: Entsiegelung – Rückbau nicht mehr benötigter Bauflächen, Ausgleich für Neuversiegelung (Ziel RZ 3)

Das BauGB enthält in § 179 ein Rückbau- und Entsiegelungsgebot, das unter bestimmten Bedingungen angewendet werden kann, nämlich bei „dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen, bei denen der durch Bebauung oder Versiegelung beeinträchtigte Boden in seiner Leistungsfähigkeit erhalten oder wiederhergestellt werden soll“. Eine ähnliche Vorschrift findet sich in § 5 Bundesbodenschutzgesetz. Auch das ROG (§ 2 Abs. 2 Nr. 8) fordert, dass bei dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen der Boden in seiner Leistungsfähigkeit erhalten oder wiederhergestellt werden soll, ohne Rückbau und Entsiegelung explizit anzusprechen. Das BNatSchG setzt in § 2, Abs. 1, Nr. 11 fest, dass nicht mehr benötigte versiegelte Flächen zu renaturieren sind oder, soweit eine Entsiegelung nicht möglich oder zumutbar ist, der natürlichen Entwicklung zu überlassen sind. In den Ländernaturschutzgesetzen wird dies in Brandenburg (§ 1, Abs. 2, Nr. 14) und Mecklenburg-Vorpommern (§ 2, Abs. 2, Nr. 2) aufgegriffen.

Als Ziel werden Rückbau und Entsiegelung auf Bundesebene auch in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 291) sowie in einem Hintergrundpapier des UBA (UBA 2004, S. 5) genannt. Der SRU (2000, S. 43) schreibt der Entsiegelung ebenfalls – eine allerdings untergeordnete – Bedeutung zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme zu. Sehr konkrete Zielsetzungen finden sich in einer Publikation des Umweltbundesamtes (UBA 2003, S. 101): „Bestehende Versiegelungen auf dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen im Außenbereich sind im Rahmen der Pflichten der Eigentümer nach § 5 BBodSchG, im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen oder im Rahmen sonstiger Förderprogramme zügig zu entsiegeln. Jährlich sind im Außenbereich mindestens 5 % der jeweils vorhandenen dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen zu entsiegeln.“

Zudem fordert das UBA, bis 2010 den Ausgleich und Ersatz neuversiegelter Flächen durch Entsiegelungsmaßnahmen und Wiederherstellung von Bodenfunktionen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung zu mindestens 75 % und bis 2020 einen vollständigen Ausgleich und Ersatz neu versiegelter Flächen durch Entsiegelungsmaßnahmen (ebd.). Auf die Eingriffsregelung bezieht sich auch der RNE (2004, S. 20), der betont, dass zukünftig anzustreben sei, „Eingriffe mit Versiegelung des Bodens vorrangig durch eine gleich große Entsiegelung auszugleichen“. Unabhängig von diesem naturschutzrechtlichen Instrument findet sich das Ziel einer Kompensation von Ver- durch Entsiegelung auch im Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Siedlungsentwicklung (BRBS 1996, S. 6), im Städtebaulichen Bericht des BfLR (1996, S. 72) sowie im Fortschrittsbericht 2004 (Bundesregierung 2004, S. 198).

In Zusammenhang mit Ziel RZ 3 ist auch das von der „Agenda 21 NRW“ formulierte Ziel einer mittel- bis langfristigen Erhöhung des Freiraumanteils zu nennen. Dies würde bedeuten, „den bestehenden Anteil an Siedlungs- und Verkehrsfläche zurückzubauen“ (MUNLV 2003, S. 50).

Das UBA (2003, S. 21) macht hierzu bereits einen ersten Diskussionsvorschlag an die Kommunen, der zwei Punkte beinhaltet:

a) Entsiegelung und (Teil-)Begrünung von heute versiegelten Siedlungs- und Verkehrsflächen im Siedlungsraum um 0,2 % pro Jahr der im Jahr 2000 versiegelten Fläche sowie

b) Erhöhung des Anteils der unbefestigten, begrünten Grundflächen in Ortschaften um 0,1 % der im Jahr 2000 bereits versiegelten Flächen pro Jahr.

Darüber hinaus sollen bis 2010 2 % der Straßen- und Wegefläche, bis 2020 5 % der Straßen- und Wegefläche entsiegelt werden (UBA 2003, S. 32).

Vergleichsweise wenig Erwähnung findet das Ziel auf Landesebene – entsprechende Bezüge fanden sich lediglich in den LEP der Länder Baden-Württemberg, NRW und Sachsen sowie in Agenda-21-Dokumenten des Saarlands (Saarland Agenda 2004, S. 151) und Nordrhein-Westfalens (MULNV 2003, S. 49 ff.).

Erhaltungs- und Schutzziele

Erhaltungs- und Schutzziele beziehen sich auf Erhaltung und Schutz von Umweltfunktionen bzw. Schutzgütern oder speziellen Ausprägungen dieser.

Ziel: Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit) (Ziel EZ 1)

Zweck des Bundesbodenschutzgesetzes ist es, „nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen“ (§ 1). Auf diese Zwecksetzung nimmt auch der Raumordnungsbericht der Bundesregierung (2000) explizit Bezug und betont, dass Bodenschutz und ein sparsamer Umgang mit Fläche vielfach gesetzlich verankert sind. Das BNatSchG (§ 2 (1) Abs. 3) legt fest: „Böden sind so zu erhalten, dass sie ihre Funktionen im Naturhaushalt erfüllen können.“ In ähnlicher Formulierung findet sich dies in den Landesnaturschutzgesetzen von Baden-Württemberg (§ 2, Abs. 3), Brandenburg (§ 1, Abs. 2, Nr. 10), Bremen (§ 2, Abs. 4), Hamburg (§ 1, Abs. 6), NRW (§ 2, Abs. 4), Niedersachsen (§ 2, Abs. 4), Rheinland-Pfalz (§ 2, Abs. 4), Saarland (§ 2, Abs. 4), Sachsen-Anhalt (§ 2, Abs. 4), Schleswig-Holstein (§ 10, Abs. 1), Thüringen (§ 1, Abs. 3, Abs. 7). Gemäß ROG (§ 2, Abs. 2, Nr. 8) sind Naturgüter, insbesondere Wasser und Boden, sparsam und schonend in Anspruch zu nehmen.

Auf untergesetzlicher Ebene finden sich entsprechende Zielaussagen in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 287), im Fortschrittsbericht 2004 (Bundesregierung 2004, S. 197) sowie vonseiten des RNE (2004, S. 5), des SRU (2000, S. 44) und des UBA (2003, S. 12): Gemäß UBA sind Böden mit ihren natürli-

chen Funktionen sowie als Standort für Nahrungsmittelproduktion und forstwirtschaftliche Nutzung in hinreichender Ausdehnung zu sichern, ebenso ist bis 2010 der Flächenanteil von Böden mit emittierenden Eigenschaften auf das von der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) geforderte Maß zu reduzieren.

Auf Länderebene treffen neben den erwähnten Landesnaturschutzgesetzen das LPIG Mecklenburg-Vorpommern (§ 2, Nr. 3) (Erhaltung und umweltverträgliche Bewirtschaftung für land- und forstwirtschaftliche Nutzung gut geeigneter Böden) und das Landesgrundsätzeentwicklungsgesetz Schleswig-Holstein (§ 6, Abs. 4) entsprechende Aussagen. Gleiches gilt für die LEP Baden-Württemberg, Berlin-Brandenburg, Niedersachsen, NRW, Rheinland-Pfalz und Saarland sowie die Bayern-Agenda-21 (StMLU 1997, S. 70, S. 94 f., S. 213) und die Nachhaltigkeitsstrategie Schleswig-Holsteins (2004, S. 22).

Ziel: Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft (Ziel EZ 2)

Insbesondere im Naturschutzrecht geregelt sind Ziele zu Schutz und Erhaltung von Freiräumen und Grünflächen, sowohl im besiedelten als auch im unbesiedelten Bereich. Das Bundesnaturschutzgesetz verlangt in § 2, Abs. 1, Nr. 13, die Landschaft in ihrer Vielfalt, Eigenart und Schönheit auch als Erlebnis- und Erholungsraum für den Menschen zu sichern. „Vor allem im siedlungsnahen Bereich sind ausreichend Flächen für die Erholung bereitzustellen“ (ebd.). In mehreren Landesnaturschutzgesetzen (Baden-Württemberg, Berlin, Bremen, Hamburg, Saarland, Sachsen-Anhalt, Thüringen) finden sich in den Zielen und Grundsätzen von Naturschutz und Landschaftspflege Vorschriften zu Schutz, Erhaltung und Entwicklung innerörtlicher Grünflächen und Grünbestände sowie zu deren sinnvoller räumlicher Zuordnung zu Wohn- und Gewerbeflächen.

Auch das Raumordnungsrecht benennt den Freiraumschutz als wesentliches Grundanliegen überörtlicher Planung. Das ROG (§ 2, Abs. 2, Nr. 1) formuliert als Grundsatz der Raumordnung: „Im Gesamttraum der Bundesrepublik Deutschland ist eine ausgewogene Siedlungs- und Freiraumstruktur zu entwickeln. Die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts im besiedelten und unbesiedelten Bereich ist zu sichern.“

Eines von drei wesentlichen flächenpolitischen Teilzielen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 292 f.) ist der Schutz von Freiräumen. Das UBA (2003, S. 12 f.) fordert zum Schutz wertvoller oder empfindlicher Freiräume den Verzicht auf „Flächeninanspruchnahme in seltenen, wertvollen oder empfindlichen Gebieten“. Bereits 1995 wies die MKRO im „Raumordnungspolitischen Handlungsrahmen“ (Abschnitt 8.1) darauf hin, dass die Raumordnung durch eine umfassende und querschnittsorientierte Freiraumsicherung, insbesondere durch die Ausweisung von Vorranggebieten mit ökologischen Funktionen einen Beitrag zur aktiven Umweltvorsorge und zum Ressourcenschutz leisten kann.

Das Ziel findet sich auch in allen LEP, mit Ausnahme von Schleswig-Holstein. Allerdings verfolgt dieses Land das Ziel einer Konzentration der Siedlungsentwicklung (s. u.), das den Schutz von Freiräumen „ex negativum“ enthält. Als übergeordnetes Ziel werden Schutz und Entwicklung des Freiraums auch in der Bayern-Agenda-21 (StMLU 1997, S. 73, S. 208) und der „Agenda 21 NRW“ (MUNLV 2003, S. 49) genannt. Baden-Württemberg und das Saarland haben in ihren 2005 bzw. 2006 novellierten Naturschutzgesetzen jeweils einen eigenen Paragraphen zum "Schutz unzerschnittener Landschaftsteile" (NatSchG BW § 3) bzw. zum "Schutz unzerschnittener Räume" (SNG § 6) eingeführt.

Explizit auf den Siedlungsraum und dessen Umfeld bezogene Aussagen finden sich in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 291). Sie fordert zur Verminderung der Suburbanisierung eine qualitative Verbesserung der Flächeninanspruchnahme, bspw. durch eine Verbesserung des Wohnumfelds in den Innenstädten (ähnlich UBA 2003).

Aufgrund der breiten Formulierung dieses Ziels ließen sich auch die folgenden Ziele EZ 3 und insbesondere EZ 4 hier zuordnen. Diese sind aber in den ausgewerteten Dokumenten explizit so speziell formuliert, dass sie als eigene Ziele betrachtet werden.

Ziel: Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume (Ziel EZ 3)

Dieses Ziel konkretisiert das generelle Ziel der Erhaltung von Freiräumen (EZ 2) in Hinblick auf großräumige, zusammenhängende und störungsfreie Räume, die insbesondere für den Arten- und Biotopschutz

sowie die Erholung von Bedeutung sind. Damit ist unmittelbar das Ziel einer Vermeidung weiterer Landschaftszerschneidung verbunden.

Das ROG (§ 2, Abs. 2, Nr. 3) legt als Grundsatz der Raumordnung fest: „Die großräumige und übergreifende Freiraumstruktur ist zu erhalten und zu entwickeln. Die Freiräume sind in ihrer Bedeutung für funktionsfähige Böden, für den Wasserhaushalt, die Tier- und Pflanzenwelt sowie das Klima zu sichern oder in ihrer Funktion wiederherzustellen.“

Im BNatSchG (§ 2, Abs. 1, Nr. 12) ist das Ziel bereits bezogen auf die verursachende Raumnutzung bzw. Infrastruktur: „Verkehrswege, Energieleitungen und ähnliche Vorhaben sollen so zusammengefasst werden, dass die Zerschneidung und der Verbrauch von Landschaft so gering wie möglich gehalten werden.“ (vgl. auch Ziel SZ 6, Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen). In ähnlicher Weise, zum Teil detaillierter, ist das Ziel in den Naturschutzgesetzen der Länder Hessen (§ 1a, Abs. 1, Nr. 2), Mecklenburg-Vorpommern (§ 2, Abs. 2, Nr. 3), Schleswig-Holstein (§ 1, Abs. 2, Nr. 4) formuliert.

Auf untergesetzlicher Ebene wird das Ziel in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 291 f.) und im Fortschrittsbericht 2004 (Bundesregierung 2004, S. 198) genannt: „Der mit zunehmendem Verkehrsaufkommen notwendige Ausbau der Verkehrswege hat zu einer entsprechenden Inanspruchnahme von Freiflächen und damit auch zu einer fortschreitenden Zerschneidung von Lebensräumen und Kulturlandschaften beigetragen. Hier gilt es künftig z. B. durch Bündelung der Verkehrswege einer weiteren Beeinträchtigung des Landschaftsbildes entgegenzuwirken“ (Bundesregierung 2002a, S. 293 f., vgl. auch hier Ziel SZ 6). Problematisiert wird die Zerschneidungswirkung von Verkehrsstrassen auch im Raumordnungspolitischen Handlungsrahmen (MKRO 1995, Abschnitt 8.1). Der SRU (2000, S. 102) fordert unter Bezug auf das umweltpolitische Schwerpunktprogramm der Bundesregierung von 1998 die Reduzierung der verkehrsbedingten Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes durch Minimierung der Flächeninanspruchnahme und der Zerschneidungseffekte (SRU 2000, S. 102).

Sehr intensiv befasst sich das UBA (2003) mit der Landschaftszerschneidung. So fordert es zum Erhalt unzerschnittener ver-

Tabelle 2

Kriterien für die künftige Begrenzung der Landschaftszerschneidung (Diskussionsvorschlag UBA 2003)

Kriterium für die künftige Begrenzung der Landschaftszerschneidung (zur Diskussion)	m_{eff} heute	Ziel bis 2012: Abnahme der m_{eff} um weniger als
Begrenzung der Abnahme der m_{eff} durch Straßenneubau sowie durch Siedlung und Verkehr bundesweit sowie in allen durch Verkehrsprojekte betroffenen Regionen (Untersuchungsregionen)	<10 km ²	1,5 %
	10-20 km ²	1,9 %
Die absolute Fläche der jeweiligen Untersuchungsregionen sollte ein Fünftel der Fläche der Bundesrepublik nicht überschreiten (7 140 km ²)	20-35 km ²	2,2 %
	>35 km ²	3,0 %

Quelle: UBA 2003, S. 301; leicht verändert

kehrsarmer Räume: „Die Anzahl der jeweils noch vorhandenen unzerschnittenen Flächen über 140, 120, 100, 80 und 64 km² soll künftig erhalten bleiben. Die unzerschnittenen Flächen über 100 km² dürfen nicht mehr angetastet werden“ (UBA 2003, S. 301). Unklar bleibt hierbei allerdings wie der Unterschied zwischen „erhalten bleiben“ und „dürfen nicht mehr angetastet werden“ zu verstehen ist. Für die weitere Diskussion wird daher davon ausgegangen, dass alle UZVR größer als 64 km² nicht weiter zerschnitten werden sollen.

Zudem soll die kleinteilige Landschaftszerschneidung durch die in Tabelle 2 dargestellten Kriterien zur künftigen Entwicklung der effektiven Maschenweite (m_{eff})⁸ begrenzt werden (Diskussionsvorschlag des UBA).

Hinsichtlich der Zerschneidungswirkungen der Verkehrsinfrastruktur besteht ein enger Bezug zu den Zielwerten des UBA (2003) zur Reduzierung des Wachstums für Verkehrsflächen sowie zu deren Ver- und Entsiegelung (siehe Reduktionsziele RZ 1, 2, 3). Zudem fordert das UBA (2003, S. 296) eine Rückführung und Stabilisierung des motorisierten Straßenverkehrs auf das Niveau von 1990. Dazu ist gegenüber dem Jahr 2000 eine Reduktion der Fahrleistung im Motorisierten Individualverkehr (MIV) um 1,8 % und im Güterverkehr auf der Straße um 45 % notwendig. Das Ziel wirkt mindernd auf Verkehrswegebaubedarf und Ausbaustandards für Straßen.

Auf Länderebene formulieren fast alle LEP (Ausnahme: NRW, Saarland) insbesondere das Ziel einer Minimierung der Zerschneidung, in einigen findet der Schutz großräumiger unzerschnittener Freiräume ausdrückliche Erwähnung. Entsprechende Aussagen finden sich in der Bayern-Agenda-21 (StMLU 1997, S. 208). Die „Agenda 21 NRW“ betont in Hinblick auf die Verkehrsinfra-

struktur das Ziel, die Zerschneidung/Inanspruchnahme von Natura-2000-Gebieten zu reduzieren (MUNLV 2003, S. 14).

Ziel: Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen (Ziel EZ 4)

Ein wesentliches Ziel für die Steuerung der Flächeninanspruchnahme ist die Sicherung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen. Die Grundlage hierfür bilden das BNatSchG sowie die Landesnaturschutzgesetze, in denen u. a. Zweck und Aufgabe der verschiedenen Schutzgebietskategorien (einschließlich FFH- und Vogelschutzgebiete sowie gesetzlich geschützter Biotope) festgelegt sind. Unterschiede bestehen dabei in der Stärke des Schutzes vor Bebauung, der abhängig ist von Schutzgebietskategorie, Schutzgebietsgröße, Schutzgebietsverordnung.

Von besonderer Bedeutung ist der Aufbau von Biotopverbundsystemen, denen Flächen der verschiedenen Schutzgebietskategorien angehören können. Dies gilt zum einen für das europäische Biotopverbundsysteme Natura 2000 (FFH- und Vogelschutzgebiete), zum anderen für davon zunächst unabhängige, oftmals aber überlappende, Biotopverbundsysteme der Länder, für die § 3 BNatSchG den Rahmen setzt. Hier finden sich quantifizierte Ziele: Nach § 3 BNatSchG soll der Biotopverbund mindestens 10 % der Landesfläche umfassen (ebenso mehrere novellierte oder in der Novellierung befindliche Landesnaturschutzgesetze, z. B. Bayern, Brandenburg, Baden-Württemberg; UBA 2003, S. 12), das Landesnaturschutzgesetz Schleswig-Holstein (§ 2, Abs. 1, Nr. 13) sieht 15 % vor. Als Grundsatz der Raumordnung sind „Natur und Landschaft einschließlich Gewässer, Wald und Meeresgebiete [...] dauerhaft zu schützen, zu pflegen, zu entwickeln und, soweit erforderlich, möglich und angemessen

(8)
Zur Effektiven Maschenweite
vgl. ausführlich S. 102 ff.

sen, wiederherzustellen. Dabei ist den Erfordernissen des Biotopverbundes Rechnung zu tragen“ (ROG, § 2, Abs. 2, Nr. 8).

Entsprechende Verweise auf untergesetzlicher Ebene finden sich in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 99, S. 292) sowie im Fortschrittsbericht 2004 (Bundesregierung 2004, S. 198). Im Teil „Natur und Landschaft“ formulieren auch die LEP entsprechende Ziele. Solche finden sich auch im Umweltplan Baden-Württemberg (MUV 2000, S. 170 f.) und der Bayern-Agenda-21 (StMLU 1997, S. 72).

Darüber hinaus formuliert das UBA (2003, S. 12) das Ziel, Flächen für Hochwasserschutz- und -vorsorge in hinreichender Ausdehnung zu sichern.

Nutzungsstrukturelle Ziele

Als nutzungsstrukturelle Ziele werden Ziele bezeichnet, die Aussagen über den *jeweiligen* räumlichen Zusammenhang von Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme treffen. Einige dieser Ziele betreffen die gesamte Landesfläche (z. B. Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung, Minimierung der Landschaftszerschneidung durch räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen), andere sind vornehmlich auf den Siedlungsraum bezogen (Nachverdichtung und Innenentwicklung, Innerörtliches Flächenrecycling und Wiedernutzung von Brachen, Nutzungsmischung im Siedlungsbereich, Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen). Selbstverständlich wirkt die Erreichung von Zielen, die auf den Siedlungsraum bezogen sind, indirekt auch auf den bisher nicht besiedelten Raum.

Ziel: Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung (Ziel SZ 1)

Das ROG legt in § 2, Abs. 2, Nr. 2 fest, dass die Siedlungstätigkeit räumlich zu konzentrieren und auf ein System leistungsfähiger Zentraler Orte auszurichten ist. Als Grundsatz der Raumordnung gilt dies auch für die Raumordnung der Länder. Auch die Forderung nach der Stärkung von Innenstädten, die in den Vorschriften zur Städtebauförderung des BauGB (§ 164) zum Ausdruck kommt, lässt sich dem Ziel der räumlichen Konzentration der Siedlungsentwicklung zuordnen.

Ähnliche Zielstellungen kommen im Programm Stadtumbau Ost der Bundesregierung zum Ausdruck. Im Nationalbericht Istanbul+5 (BMVBW 2001, S. 13) heißt es, dass sich die deutsche Siedlungspolitik orientiert „an den räumlichen Leitvorstellungen der kompakten und durchmischten Stadt sowie der dezentralen Konzentration“. Auch nach BfLR (1996, S. 67) sollte das flächenextensive disperse Siedlungswachstum als Folge der räumlichen Auseinanderentwicklung von Nutzungen in den Städten und Stadtregionen gebremst werden.

Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002, S. 291) weist darauf hin, dass „verkehrssparende Siedlungsstrukturen mit einer Siedlungskonzentration an den Verkehrsknoten und entlang der Verkehrsachsen (indirekt) positiv auf die Verringerung der Flächeninanspruchnahme (wirken)“.

Da die LEP aufgrund rechtlicher Vorgaben das Leitbild der dezentralen Konzentration verfolgen sowie Zentrale Orte bestimmen, ergibt sich bereits hieraus das Ziel einer räumlichen Konzentration. Daneben wird es aufgegriffen in der „Agenda 21 NRW“, wobei der Stärkung und Sicherung attraktiver Zentren im Sinne der dezentralen Konzentration hohe Bedeutung beigemessen wird (MUNLV 2003, S. 49; S. 53 f.).

Aufgrund seiner Breite umfasst das Ziel SZ 1 auch die nachfolgend genannten Ziele „Nachverdichtung und Innenentwicklung“ (SZ 2) sowie „Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen“ (SZ 3; SZ 3 kann wiederum als Teil von SZ 2 betrachtet werden). Insofern ist hier eine Hierarchisierung der Ziele gegeben. Aufgrund der expliziten Erwähnung in den ausgewerteten Dokumenten werden die Ziele SZ 2 und SZ 3 jedoch gesondert behandelt.

Ziel: Nachverdichtung und Innenentwicklung (Ziel SZ 2)

Hier ist zunächst auf die bereits erwähnten Quellen zu verweisen, die der innerörtlichen Entwicklung prinzipiell Vorrang vor der Entwicklung im Außenbereich geben (vgl. Ziel Ü 2, auch SZ 1), insbesondere das quantitative Ziel des Verhältnisses der Innen- zur Außenentwicklung von 3 : 1 (Bundesregierung 2002a, BMU 2005). Rechtliche Regelungen finden sich im ROG (ROG § 2, Abs. 2, Nr. 2), im BauGB (§ 1a, Abs. 2) und im Landesnaturschutzgesetz Schleswig-Holstein (§ 2, Abs. 1, Nr. 4). Das

BauGB benennt darüber hinaus in § 164b, Abs. 2, Punkt 1 die Stärkung von Innenstädten als Schwerpunkt für Finanzhilfen der Städtebauförderung.

Aufgegriffen werden die Themen Nachverdichtung und Innenentwicklung in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 296 ff.; 2004, S. 209 f.), vom Deutschen Nationalkomitee Habitat II (1996, S. 6), vom BfLR im „Städtebaulichen Bericht Nachhaltige Stadtentwicklung“ (1996, S. 67) sowie im Umweltgutachten 2000 (SRU 2000, S. 43). Auf Landesebene finden sich entsprechende Aussagen in mehreren LEP, in der Bayern-Agenda-21 (StMLU 1997, S. 213) sowie im Rahmen des bayerischen Bündnisses zum Flächensparen (BayStMLU & BayStMI 2003) sowie der Entwicklung der Agenda 21 NRW (MULNV 2003, S. 49 f., S. 54).

Ziel: Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen (Ziel SZ 3)

Als Sonderfall bzw. als eine Möglichkeit zu Nachverdichtung und Innenentwicklung ist das innerörtliche Flächenrecycling durch die Wiedernutzung von Brachen anzusehen. Insofern stellt dieses Ziel eine Konkretisierung von Ziel SZ 2 dar, beide (sowie Ziele ÜZ 2, SZ 1) sind in engem Zusammenhang zu sehen.

Das BauGB trifft hierzu in § 1a, Abs. 2, die Aussage, dass zur Verringerung der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme auch die Wiedernutzbarmachung von Flächen zu nutzen ist. In § 164b, Abs. 2, Punkt 2 wird die Wiedernutzung als Schwerpunkt des Einsatzes von Finanzhilfen der Städtebauförderung festgesetzt. Das ROG (§ 2, Abs. 2, Nr. 2) legt fest, dass der Wiedernutzung brachgefallener Siedlungsflächen Vorrang vor der Inanspruchnahme von Freiflächen zu geben ist.

Auf die Notwendigkeit bzw. Chancen des Flächenrecyclings (z. B. militärischer Konversionsflächen) und der Brachenrevitalisierung verweisen auch die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 99, S. 291, S. 297; 2004, S. 198, S. 204, S. 209), der RNE (2004, S. 19), der SRU (2000, S. 44), das Deutsche Nationalkomitee Habitat II (1996, S. 6), das BfLR (1996, S. 72) und die ARL (2004, S. 2). Bereits sehr konkret wird das UBA (2003, S. 24 f.), das als Ziele keine Entstehung neuer Brachen sowie die Deckung des Flächenbedarfs für neue Nutzungen durch Brachflä-

chen zu 25 % ab heute, zu 50 % in 2010 und zu 75 % in 2020 nennt.

Gesetzliche Festlegungen auf Länderebene treffen die Landesnaturschutzgesetze Mecklenburg-Vorpommern (§ 2, Abs. 2, Nr. 2) und Schleswig-Holstein (§ 2, Abs. 1, Nr. 4). Darüber hinaus findet sich das Ziel in etwa der Hälfte der LEP, im Umweltplan Baden-Württemberg (MUV 2000, S. 45) sowie in den Agenda-21-Programmen der Länder Nordrhein-Westfalen, Saarland und Bayern (MUNLV 2003, S. 49 f., Saarland-Agenda (o. J., S. 60; StMLU 1997, S. 213) und dort auch in den Aktivitäten des Bündnisses zum Flächensparen (BayStMI 2002, S. 3).

Der Deutsche und der Österreichische Städtetag fordern in einem gemeinsamen Papier (1999, S. 9), dass „eine Wiedernutzung bereits bebauter und erschlossener Siedlungsflächen in jedem Fall Vorrang haben (muss) vor einer Neuausweisung von Bauland. Die Potenziale von Brach- und Konversionsflächen sind gezielt für die Stadtentwicklung zu nutzen“.

Ziel: Nutzungsmischung im Siedlungsbereich (Ziel SZ 4)

Eine eher dienende Funktion weisen die ausgewerteten Dokumente dem Ziel einer stärkeren Nutzungsmischung im Siedlungsbereich zu, so die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie: „Indirekt wirken auch Flächenrecycling, eine verstärkte Nutzungsmischung und verkehrssparende Siedlungsstrukturen mit einer Siedlungskonzentration an den Verkehrsknoten und entlang der Verkehrsachsen positiv auf die Verringerung der Flächeninanspruchnahme“ (Bundesregierung 2002a, S. 291). Auch BfLR (1996, S. 72), SRU (2000, S. 214) sowie auf Länderebene die „Agenda 21 NRW“ (MUNLV 2003, S. 50) betrachten verstärkte Nutzungsmischung als ein Mittel zur Optimierung der Flächennutzung bzw. der Flächeninanspruchnahme. Entsprechende Aussagen in den LEP finden sich nur im Saarland, Rheinland-Pfalz und in NRW.

Ziel: Anbindung neuer Baugebiete an die bestehende Infrastruktur (Ziel SZ 5)

Als Grundsatz der Raumordnung legt das ROG (§ 2, Abs. 2, Nr. 12) fest: „Die Siedlungsentwicklung ist durch Zuordnung und Mischung der unterschiedlichen Raumnutzungen so zu gestalten, dass die Verkehrsbelastung verringert und zusätzlicher Verkehr vermieden wird.“ Die Nationale

Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 295) begrüßt eine „Strategie der Siedlungskonzentration an den Haltepunkten des Schienenpersonennahverkehrs“.

Eine gute räumliche Zuordnung neuer Siedlungsstrukturen zu Einrichtungen der Infrastruktur, insbesondere zum Schienen- und öffentlichen Personennahverkehr findet sich als Ziel in einer Reihe von LEP sowie in der Bayern-Agenda-21 (StMLU 1997, S. 208, S. 213). Gefordert ist eine Siedlungstätigkeit entlang der Nahverkehrsachsen, die zu einer Verkehrsreduzierung und zu einem verminderten Erschließungsaufwand führt und nicht zuletzt zumutbare Entfernungen sowie eine ökonomische Nutzung und Auslastung bestehender Infrastruktureinrichtungen jeder Art gewährleistet (vgl. hierzu die LEP Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, NRW, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen). An diesem Punkt lässt sich dieses Ziel auch als Nutzungseffizienzziel verstehen.

Ziel: Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen (Ziel SZ 6)

In engem Zusammenhang mit dem Ziel der Erhaltung unzerschnittener Landschaftsräume (EZ 3) sowie sonstiger Freiräume steht das Ziel, Infrastruktursysteme räumlich zu bündeln, um dadurch Landschaftszerschneidung zu minimieren. Hier wird auf die bereits bei EZ 3 genannten Regelungen des BNatSchG (§ 2, Abs. 1, Nr. 12) sowie die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, 291, 293 f.) verwiesen, darüber hinaus auf die Naturschutzgesetze der Länder Sachsen (§ 1, Abs. 1, Nr. 5) und Saarland (§ 2, Nr. 18). In den LEP ist das Ziel vereinzelt anzutreffen, so in Bayern, NRW und Baden-Württemberg.

Nutzungseffizienzziele

Nutzungseffizienzziele beziehen sich auf eine Maximierung des ökonomischen und sozialen Nutzens bei Minimierung des Flächeneinsatzes. Zur Effizienz der Flächennutzung finden sich im Vergleich zu den anderen Zielkategorien nur relativ wenige Aussagen, insbesondere kaum rechtliche Festsetzungen.

Ziel: Intensivierung der Flächennutzung (Ziel NZ 1)

Auf gesetzlicher Ebene formuliert das Landesnaturschutzgesetz Schleswig-Holstein

(§ 2, Nr. 4) anzustrebende Mehrfachnutzungen von Bodenflächen, insbesondere für Zwecke von Freizeit und Erholung, als Grundsatz von Naturschutz und Landschaftspflege. Das BfLR (1996, S. 67) forderte im Städtebaulichen Bericht durch intensivere Flächennutzung Flächen zu sparen, ohne dies detailliert auszuführen.

Auf Landesebene findet sich das Ziel in den LEP Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, NRW und Saarland, wenn auch wenig konkret. Im Rahmen der „Agenda 21 NRW“ (MUNLV, 2003, S. 50) wird als Ziel formuliert: „Effizienzsteigerung der Flächennutzung im Siedlungsbereich (Gewerbe- und Wohnfläche).“ Damit ist eine Erhöhung der Einwohnerdichte bzw. der gewerblichen Arbeitsplätze pro Hektar (s. Ziel NZ 2, Anm. d. Verf.) gemeint. Ziel muss es sein „mit möglichst wenig Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner auszukommen“ (ebd., S. 52).

Ziel: Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme (Ziel NZ 2)

Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002a, S. 290) fordert, die spezifische Flächeninanspruchnahme vom Wirtschaftswachstum weiter zu entkoppeln, ebenso das Umweltgutachten 2000 (SRU 2000, S. 102) und zwar unter Bezug auf das umweltpolitische Schwerpunktprogramm der Bundesregierung von 1998.

In diesem Zusammenhang ist auch das Ziel der „Agenda 21 NRW“ zu sehen, die Zahl der gewerblichen Arbeitsplätze pro Hektar SuV bzw. Gewerbefläche zu steigern (MUNLV 2003, 50). Auf Landesebene werden zu diesem Ziel darüber hinaus keine Aussagen getroffen.

Ziele zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme aus sozialer und ökonomischer Perspektive

Die bisher identifizierten flächenpolitischen Ziele dürfen nicht isoliert von anderen gesellschaftlichen und politischen bzw. rechtlich definierten Zielen betrachtet werden. Vielmehr sind sie in Zielkontexte der gesellschaftlichen Entwicklung eingebunden und können daher nicht ohne Beachtung anderer Ziele verwirklicht werden. Bereits eingangs des Kapitels zur Verminderung der Flächeninanspruchnahme heißt es in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie: „Es gibt kaum ein Handlungsfeld, bei dem das komplexe Gefüge von ökologi-

schen, ökonomischen und sozialen Anforderungen so sichtbar wird wie im Bereich des Umgangs mit der begrenzten Ressource Boden und der Siedlungsentwicklung“ (Bundesregierung 2002a, S. 287). Im Fortschrittsbericht 2004 heißt es: „Eine der größten Schwierigkeiten bei der Erreichung des ‚30-ha-Ziels‘ liegt darin, dass ... zwischen mehreren gleichwertigen Zielen, wie Ökologie, wirtschaftlichem Wachstum und einer sozial angemessenen Wohnungsverorgung abgewogen werden muss“ (Bundesregierung 2004, S. 197).

Entsprechende Aussagen finden sich in weiteren Dokumenten. So wird im Raumordnungspolitischen Handlungsrahmen (MKRO 1995) die Notwendigkeit betont, „ressourcenschonende und nachhaltige Nutzungen des Raumes mit den Anforderungen wirtschaftlicher Entwicklung in Einklang zu bringen“. Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie betrachtet auch die Versorgung der Bevölkerung mit ausreichendem, angemessenem und bezahlbarem Wohnraum (als) ein wichtiges Ziel. Auch für die gewerbliche und infrastrukturelle Nutzung müssen ausreichend Flächen zu volkswirtschaftlich vertretbaren Preisen zur Verfügung stehen (Bundesregierung 2002a, S. 287). „Insgesamt zeigt sich, dass zu einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung auch die Vorsorge für ausreichenden Wohnraum gehören muss. Gleiches gilt für eine Flächenvorratspolitik, die auch künftigen Generationen eine positive industrielle und gewerbliche Entwicklung ermöglicht.“ (Bundesregierung 2002a, S. 290).

„Bei aller Notwendigkeit, die künftige Flächeninanspruchnahme zu verringern, hätte eine ausschließlich restriktive Flächenpolitik doch erhebliche unerwünschte wirtschaftliche und soziale Folgen. Sie würde nicht nur das wirtschaftliche Wachstum hemmen, sondern vor allem durch Flächen- und damit verbundene Wohnraumverknappung zu Verdrängungseffekten zu Lasten der einkommensschwächeren Bevölkerung führen“ (Bundesregierung 2002a, S. 291).

Schließlich wird darauf hingewiesen, dass bei Maßnahmen zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme regional unterschiedliche Flächennachfragen zu berücksichtigen seien (Bundesregierung 2002a, S. 289).

Auf Länderebene finden sich in den fachlichen Teilen, etwa zu Siedlung, Verkehr und

Infrastruktur, ebenfalls Zielsetzungen, die bei weiterer Konkretisierung zu Konflikten mit flächenpolitischen Zielen führen können bzw. werden. Dies gilt etwa für die bauliche Eigenentwicklung von Gemeinden, die sich auch ergeben kann durch „Verbesserungen der Wohnverhältnisse“ (vgl. LEP Baden-Württemberg, Saarland; Rheinland-Pfalz, ähnlich LEP Sachsen) bzw. „verändertes Wohnverhalten und steigende Wohnungsansprüche der ortsansässigen Bevölkerung“ (LEP Thüringen 2004, Entwurf). Dies beinhaltet eine Steigerung der Wohnfläche pro Person, die dem Ziel der Intensivierung der Flächennutzung zuwider läuft (wenngleich sie aus anderen Erwägungen zu begrüßen sein mag).

Zusammenfassende Einschätzung

Themen und Inhalte flächenpolitischer Ziele

Die meisten der identifizierten flächenpolitischen Ziele sind in grundsätzlicher, qualitativ formulierter Art und Weise weit verbreitet und akzeptiert, in vielen Fällen auch gesetzlich geregelt. Wesentliche prinzipielle Widerstände gegen eine ressourcenschonende Flächeninanspruchnahme, gegen die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme sowie gegen den Schutz von Freiflächen und Boden sind daher nicht zu erwarten. Auch der Vorrang der Innen- vor der Außenentwicklung, einschließlich der daraus folgenden Konsequenzen für Nachverdichtung, Flächenrecycling und Wiedernutzung von Brachen kann als weithin anerkannt gelten.

Selbst das quantifizierte Ziel zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme auf 30 ha/Tag im Jahr 2020 ist kaum umstritten, jedenfalls sind auf Länderebene keine entsprechenden Äußerungen bekannt. Eine Ausnahme hiervon bildet der Deutsche Städte- und Gemeindebund, der diese Zielsetzung vehement ablehnt (Porst 2004). Ob und wie weit politische Gremien auf Bundes- und Landesebene der Forderung folgen, die Flächeninanspruchnahme langfristig auf Null zurückzuführen, kann nicht beurteilt werden, spielt für die derzeitige Diskussion sowie die Bemühungen um eine Reduzierung der Flächeninanspruchnahme allerdings auch noch keine wesentliche Rolle.

Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen sind zwar rechtlich auf Bundesebene im BauGB, im Bundesbodenschutzgesetz und

im Bundesnaturschutzgesetz gefordert und dort auch in weiteren Dokumenten angesprochen, sie finden aber bisher wenig Wiederhall in Dokumenten auf Landesebene (Ausnahmen: Baden-Württemberg, NRW, Saarland, Sachsen). Das mag auch daran liegen, dass bisher nicht alle Ländernaturschutzgesetze entsprechend den Anforderungen des neuen BNatSchG von 2002 novelliert wurden.

Wenig Formulierungen finden sich sowohl auf Bundes- als auch auf Länderebene zur räumlichen Bündelung von Infrastruktursystemen, zur Nutzungsmischung im Siedlungsbereich (die allerdings für die landes- und regionalplanerische Ebene nur bedingt relevant ist) sowie zu den Nutzungseffizienzzielen „Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme“ und „Intensivierung der Flächennutzung“. Einen zusammenfassenden Überblick die Landesplanung gibt Tabelle 3.

Zielformulierung: Qualitative Ziele und Quantitative Ziele

Die Mehrzahl der flächenpolitischen Ziele ist qualitativ in dem Sinne formuliert, dass sie auf die Angabe quantifizierter Zielwerte verzichten und lediglich die angestrebte Richtung der Entwicklung vorgeben, etwa im Sinne eines „Weniger“ oder „Mehr“. Quantitative Zielwerte finden sich nur vereinzelt. Sie sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Dies ist in besonderer Weise für die Operationalisierung der Ziele von Bedeutung.

Zur Wirksamkeit flächenpolitischer Ziele in der Praxis

In der Praxis sind derzeit verschiedene Bestrebungen zu erkennen, die formulierten Ziele auch umzusetzen, insbesondere durch Modell- oder Pilotprojekte, die der Entwicklung geeigneter Methoden, der Ermittlung von „best practise“ sowie einer vorbildhaften Propagierung flächenpolitischer Ziele und ihrer Umsetzung dienen. Zu nennen sind auf Bundesebene die Ausschreibung „REFINA“ (BMBF), die MORO-Vorhaben im Rahmen des Themenschwerpunkts „Nachhaltige Siedlungsentwicklung“ (BBR), das ExWoSt-Vorhaben „Fläche im Kreis – Kreislaufwirtschaft in der städtischen/stadtregionalen Flächennutzung“ (BBR, BMVBW). Auf Länderebene gab bzw. gibt es in Bayern, Baden-Württemberg und Sachsen Vorhaben zum kommunalen Flächenmanagement.

Trotz solcher Vorhaben und der prinzipiellen und weit verbreiteten Zustimmung zu quantitativen und qualitativen flächenpolitischen Zielen bzw. zur Verfolgung dieser Ziele werden diese in der landes-, regional- und bauleitplanerischen Praxis keineswegs stets und konsequent verfolgt, geschweige denn verwirklicht. Auf die Ursachen hierfür soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, hinzuweisen ist aber auf die Konflikte, die sich zu anderen, gleichermaßen legitimen bzw. ebenso rechtlich fixierten Zielen ergeben. In der planerischen Abwägung bzw. in politischen Entscheidungsprozessen erweisen sich hier flächenpolitische Ziele häufig als die schwächeren.

2.3 Operationalisierung flächenpolitischer Ziele durch Quantifizierung und Regionalisierung

Die Frage der Operationalisierung und damit verbunden der Regionalisierung flächenpolitischer Ziele, die auf Bundesebene entwickelt werden, weist zwei Dimensionen auf:

1. Akzeptanz und gesellschaftspolitische Durchsetzbarkeit flächenpolitischer Ziele
2. Quantifizierung und regionenspezifische Formulierung (Regionalisierung) flächenpolitischer Ziele

Im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers steht die zweite Dimension im Vordergrund. Sie soll daher in diesem Kapitel ausführlicher betrachtet werden. Zuvor sei jedoch die erste Dimension kurz geschildert und zudem begründet, aus welchen Gründen sie hier nicht vertieft untersucht wird.

Akzeptanz und gesellschaftspolitische Durchsetzbarkeit flächenpolitischer Ziele

Im Hinblick auf die Umsetzbarkeit flächenpolitischer Ziele ist die Regulierungskompetenz des Bundes beschränkt, da seine Zuständigkeit für wesentliche relevante Politikbereiche, nämlich Raumordnung, Bodenschutz und Naturschutz, auf die Rahmengesetzgebung beschränkt ist und konkrete Entscheidungsmöglichkeiten somit in hohem Umfang bei den Ländern sowie im Rahmen ihrer Planungshoheit bei den Kommunen liegen⁹. Deshalb bedürfen flächenpolitische Ziele, die für die gesamte Fläche der Bundesrepublik oder durch Akteure der Bundesebene entwickelt werden,

(9) Abzuwarten bleibt nach wie vor, ob und wie sich die Föderalismusreform hierauf auswirken wird.

Tabelle 3
Berücksichtigung flächenpolitischer Ziele in der Landesplanung (LEP) (Stand 2004)

		BB	BW	BY	HE	ST	MV	NW	NI	RP	SH	SL	SN	TH
Übergeordnete Ziele (Ü)														
Ressourcenschonende Flächeninanspruchnahme, sparsamer Umgang mit Naturgütern	Ü1	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Vorrang innerörtlicher Entwicklung vor Entwicklung Außenbereich („Innen vor Außen“)	Ü2	✓				✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
Reduktionsziele (R)														
Reduzierung der Flächeninanspruchnahme	R1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓
Reduzierung des Versiegelungsgrades	R2					✓			✓					✓
Entsiegelung – Rückbau nicht mehr benötigter Bauflächen, Ausgleich für Neuversiegelung	R3		✓					✓					✓	
Erhaltungs- und Schutzziele (E)														
Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit)	E1	✓	✓					✓		✓		✓		
Schutz, Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft	E2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Erhaltung unzerschnittener Landschaftsräume; Minimierung Landschaftszerschneidung	E3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	✓	✓	✓		✓	✓
Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen	E4						✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Raumstrukturelle Ziele (S)														
Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung	S1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nachverdichtung und Innenentwicklung	S2	✓			✓	✓		✓	✓	✓		✓		
Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen	S3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
Nutzungsmischung im Siedlungsbereich	S4							✓		✓		✓		
Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen	S5	✓	✓		✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓
Räumliche Bündelung Infrastruktursysteme	S6	✓	✓	✓			✓	✓		✓				
Nutzungseffizienzziele (N)														
Intensivierung der Flächennutzung	N1		✓				✓	✓				✓		
Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme	N2								✓					

Quelle: Eigene Darstellung

der Akzeptanz in den Bundesländern, Regionen und Kommunen. Diese Akzeptanz kann, wie die politische Diskussion um das 30-ha-Ziel zeigt, nicht ohne Weiteres vorausgesetzt werden. Zudem kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle bundespolitischen Akteure den vorhandenen Vorschlägen für die Quantifizierung flächenpolitischer Ziele zustimmen.

Akzeptanzprobleme flächenpolitischer Ziele dürften umso stärker auftreten, je konkreter die Länder, Regionen oder Kommunen unmittelbar selbst betroffen sind (vgl. Heiland et al. 2005, S. 23). Gibt daher die Bundesebene landes- oder regionalspezifische Ziele vor, ist mit erheblichem Widerstand zu rechnen, insbesondere wenn diese Ziele quantifiziert sind. Am Beispiel des

Tabelle 4
Quantitative flächenpolitische Ziele, Übersicht

Zieltyp	Quantifiziertes Ziel	Raumbezug	Institution/Quelle
ÜZ 1 – „Innen vor Außen“	Innen-/Außenentwicklung im Verhältnis 3 : 1	Kommune	Bundesregierung 2002a (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie), BMU 2005 (Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt, Entwurf)
RZ 1 – Reduzierung der Flächeninanspruchnahme	2020: 30 ha/Tag	Bund	Bundesregierung 2002a (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie), Rat für nachhaltige Entwicklung 2004, SRU 2002, 2004
	2010: 80 ha/Tag 2020: 30 ha/Tag	Bund	UBA 2003
	2010: 60 ha/Tag 2020: 30 ha/Tag 2050: 0 ha/Tag	Bund	BMU 2005 (Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt, Entwurf)
	2010: 10 % der Rate 1993-1995	Bund	Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ 1997
	2020: 3 ha/Tag neue Erschließungsstraßen	Bund	UBA 2003
	0,5 ha/Tag (ohne Zeitangabe)	Saarland	Saarland-Agenda (Ministerium für Umwelt 2004)
	2010: 1,2 ha/Tag	Baden-Württemberg	Landesnaturausschussverband Baden-Württemberg (zit. bei NBBW 2004, S. 14)
	2005: Reduktion um 50 % (o. Bezugsjahr) 2010: Null	Baden-Württemberg	BUND Baden-Württemberg (zit. bei NBBW 2004, S. 14)
	2010: Reduktion um 50 % (o. Bezugsjahr) 2020: Null	Baden-Württemberg	NABU Baden-Württemberg (zit. bei NBBW 2004, S. 14)
Langfristig: Null	Bund, Länder	RNE 2001 (zit. bei NBBW 2004), SRU 2000, 2004, ARL 2004, NABU Deutschland 2004, NBBW 2004	
RZ 2 – Reduzierung der Versiegelung	Anteil der versiegelten Straßen- und Wegefläche 2005: Reduzierung und Stabilisierung auf Stand 2002	Bund	UBA 2003
	Neubau klassifizierter Straßen: Reduzierung Fahrbahnbreite um 5 % gegenüber heutigen Standards	Jeweilige Straße, Bund	UBA 2003
RZ 3 – Entsiegelung	Entsiegelung von 5 % der dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen im Außenbereich	Bund	UBA 2003
	2010: Ausgleich Versiegelung durch Entsiegelung mind. 75 % 2020: Vollständiger Ausgleich Versiegelung durch Entsiegelung	Bund	UBA 2003
	Ausgleich von Eingriffen mit Versiegelung durch Entsiegelung 1 : 1	Bund	RNE 2004
	Straßen- und Wegefläche: bis 2010: 2 % Entsiegelung bis 2020: 5 % Entsiegelung	Bund	UBA 2003
	Jährliche Entsiegelung und Teilbegrünung von 0,2 % der im Jahr 2000 versiegelten Fläche im Siedlungsraum	Kommunen	UBA 2003
	Jährliche Erhöhung unbefestigter, begrünter Grundflächen in Ortschaften um 0,1 % der im Jahr 2000 versiegelten Flächen	Kommunen	UBA 2003
EZ 3 – Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume (UZVR)	Erhaltung der UZVR >64 km ² Begrenzung der Abnahme der Effektiven Maschenweite m _{eff} heute → Abnahme < als 10 km ² → 1,5 % 10-20 km ² → 1,9 % 20-35 km ² → 2,2 % >35 km ² → 3,0 %	Freiräume	UBA 2003
	Rückführung Straßenverkehr auf Niveau von 1990	Bund	UBA 2003
EZ 4 – Sicherung, Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen	(mind.) 10 % der Gesamtfläche für Biotopverbund	Bund	BNatSchG, div. LNatSchG (z. B. By, Bbg, BW), UBA 2003
	15 % der Gesamtfläche für Biotopverbund	Schlesw.-Holst.	LNatSchG Schleswig-Holstein
SZ 2 – Nachverdichtung/Innenentwicklung	Innen-/Außenentwicklung im Verhältnis 3 : 1	Kommune	Bundesregierung 2002a (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie), BMU 2005 (Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt, Entwurf)
SZ 3 – Innerörtliches Flächenrecycling	Deckung Flächenbedarf für neue Nutzung durch Brachflächen: 2003: 25 % / 2010: 50 % / 2020: 75 %	Bund	UBA 2003

Quelle: Eigene Darstellung

(10)
Dies zeigten Experteninterviews im Rahmen des FuE-Vorhabens „Flächeninanspruchnahme – naturschutzpolitische Strategien, Instrumente und Maßnahmen“; vgl. Heiland et al. (2005).

(11)
Der Regionsbegriff ist in diesem Teil des Berichts nicht im raumplanerischen Sinne als Planungsregion zu verstehen. Der Begriff beinhaltet vielmehr zunächst alle Teilräume der Bundesrepublik, einschließlich der Bundesländer. Beim Herunterbrechen von landesweiten Zielen auf die Ebene bspw. von Regierungsbezirken, Planungsregionen, Landkreisen und Kommunen ergeben sich analoge Probleme wie bei der Ableitung landesweiter (oder regionaler) Ziele aus den bundespolitischen Zielen. Bei der Ermittlung von Indikatorenwerten und der Bilanzierung im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers wird jedoch zwischen Landesebene und „regionaler Ebene“ im Sinne der Testgebiete (1 Regierungsbezirk, 2 Landkreise, 1 kreisfreie Stadt, 1 kreisangehörige Stadt) unterschieden.

(12)
Die Abbildung lässt sich auf das Verhältnis aller administrativen Hierarchiestufen zueinander anwenden. Daher ließe sich die in ihr nicht berücksichtigte Länderebene im Verhältnis zu den Regionen analog zur Bundesebene darstellen, im Verhältnis zum Bund analog zur regionalen Ebene.

30-Hektar-Ziels wird dies sehr deutlich – eine Regionalisierung des Ziels kann anhand gänzlich unterschiedlicher Kriterien erfolgen, wie etwa der Katasterfläche, der Bevölkerungsgröße, der SuV-Fläche oder der Wirtschaftskraft der dezentralen Raumeinheiten. Die Anwendung jedes dieser Kriterien würde zu unterschiedlichen, z. T. gegensätzlichen Ergebnissen führen. Noch gibt es aber kaum Vorstellungen über geeignete Regionalisierungswege.¹⁰

Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche auf die Setzung neuer landes- oder regionalbezogener flächenpolitischer Ziele verzichtet. Dies muss dem politischen und gesellschaftlichen Diskurs vorbehalten bleiben. Damit ist eine Bewertung flächenpolitischer Entwicklungen auf Ebene der Länder und Regionen nicht ausgeschlossen.

Zur Systematisierung der Diskussion über die Operationalisierung und Regionalisierung flächenpolitischer Ziele und damit zur Herstellung einer begrifflichen und inhaltlichen Klarheit ist es jedoch erforderlich, sich mit der Frage auseinanderzusetzen, was unter den Begriffen konkret zu verstehen ist, auf welche Art und Weise Ziele operationalisiert und regionalisiert werden müssen, welche Aufgaben dabei zu bewältigen und welche Schwierigkeiten zu überwinden sind. Die Ausführungen in den folgenden Abschnitten erheben dabei nicht den Anspruch, das Thema umfassend, in sämtlichen Details und abschließend zu behandeln. Hierzu sind noch zu viele Fragen offen, die im Rahmen des Vorhabens nicht geklärt werden konnten.

Quantifizierung und Regionalisierung flächenpolitischer Ziele

Was bedeutet „Operationalisierung flächenpolitischer Ziele“?

Im allgemeinen raumwissenschaftlichen Sprachgebrauch bedeutet Operationalisierung eine Präzisierung und Standardisierung von Begriffen, zum Teil durch Angabe von Messgrößen, die den betreffenden Sachverhalt anzeigen. Es geht unter anderem darum, Ziele zu konkretisieren und durch Angabe quantitativer Werte überprüfbar zu machen. Die Operationalisierung qualitativer flächenpolitischer Ziele auf Bundesebene hat zwei Aspekte:

- 1) ihre Quantifizierung auf bundespolitischer Ebene,
- 2) ihre Regionalisierung, d. h. die (quantitative) Angabe, welchen Beitrag einzelne Regionen zum Bundesziel zu leisten haben¹¹. Dabei können regionale Rahmenbedingungen berücksichtigt werden (Anpassung).

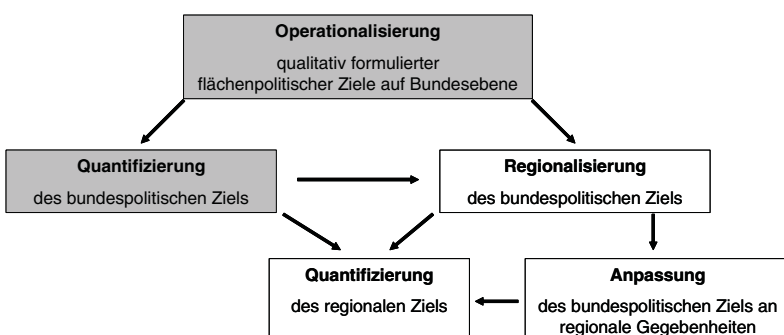
Abbildung 2 stellt dies schematisch dar¹².

Ebenso wie die Benennung qualitativer Ziele (auf Bundesebene) selbst, bedarf ihre Quantifizierung normativer Setzungen, die im gesellschaftspolitischen Raum auszuhandeln sind. Ist ein Ziel auf Bundesebene lediglich qualitativ formuliert, kann häufig das Erfordernis einer Quantifizierung bestehen. Bestandteil der Quantifizierung ist die Festlegung eines geeigneten Verfahrens, mit dem das betreffende Phänomen gemessen werden kann. Ist das bundespolitische Ziel bereits quantifiziert, sind für eine Regionalisierung zwei verschiedene Verfahrensweisen zu unterscheiden:

- 1) Regionale Quantifizierung des bundespolitischen Ziels mithilfe der Bestimmung eines oder mehrerer Kriterien, anhand derer das bundespolitische Ziel auf die regionale Ebene übertragen wird. Dies können am Beispiel des 30-ha-Ziels etwa Katasterfläche, Einwohnerzahl, SuV-Flächenanteil und andere mehr sein. Der Festlegung dieser Kriterien kommt eine zentrale Bedeutung zu, da hiervon der regionale Zielwert bestimmt wird. Je nach Kriterium können sich sehr unterschiedliche Werte ergeben.

- 2) Qualitativ formulierte Anpassung des bundespolitischen Ziels an die besonderen regionalen Gegebenheiten, die den quantitativen Zielwert nicht berühren, allerdings dessen qualitative Ausprägung. So könnte

Abbildung 2
Elemente der Operationalisierung flächenpolitischer Ziele
grau hinterlegt: Bundesebene; weiß hinterlegt: Regionale Ebene



Quelle: Eigene Darstellung

etwa bundesweit das quantitative Ziel bestehen, Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit nicht mehr oder maximal zu einem bestimmten Prozentsatz für Siedlungs- und Verkehrsnutzungen in Anspruch zu nehmen. Während in einer Region davon aber erst Böden ab einer Bodenzahl von 70 betroffen sein können, können dies in einer Region mit anderen naturräumlichen Voraussetzungen bereits Böden mit einer Bodenzahl ab 40 sein.

Daneben können quantitative Ziele auf regionaler Ebene auch aus einem qualitativ formulierten regionalen Ziel abgeleitet werden.

Erfordernis der Quantifizierung und Regionalisierung flächenpolitischer Ziele

Im Folgenden ist für die identifizierten flächenpolitischen Zieltypen zu überprüfen, ob sie der Quantifizierung und Regionalisierung bedürfen. Dabei wird von folgenden Möglichkeiten („Fällen“) ausgegangen:

1. Es existiert ein auf Bundesebene festgelegter quantitativer Zielwert für die Gesamtfläche der Bundesrepublik.
2. Es existiert ein auf Bundesebene festgelegter quantitativer Zielwert für administrative Teilräume der Bundesrepublik.
3. Es existiert ein auf Bundesebene festgelegter quantitativer Zielwert für weitere Teilräume oder Einzelflächen, die anhand ausgewählter Kriterien bestimmt sind (z. B. baulich nicht mehr genutzte Flächen, Straßen, naturschutzfachlich bedeutsame Flächen).
4. Es existiert ein qualitatives Ziel auf Bundesebene.

Fall 1: Quantitativer Zielwert für die Gesamtfläche der Bundesrepublik vorhanden

Dieser Fall trifft zu auf die Ziele RZ 1 und EZ 4 (bzw. einzelne Teilziele).

- RZ 1: Reduzierung der Flächeninanspruchnahme

Ziele: „30-ha-Ziel“ der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie und daraus abgeleitete Ziele (inkl. Ziel des langfristigen Nullwachstums); entsprechende Ziele existieren z. T. bereits in einzelnen Ländern

Das Hauptproblem liegt hier in der Wahl des Kriteriums, anhand dessen das bundespolitische Ziel auf die Landes- und

Regionalebene „umgelegt“ wird und *in der Frage*, wie dabei regional unterschiedliche Rahmenbedingungen, etwa hinsichtlich der Bevölkerungsentwicklung oder der Wirtschaftskraft, berücksichtigt werden. Obsolet wird diese Problematik, sobald als langfristiges bundesweites Ziel eine weitere Flächeninanspruchnahme von Null angestrebt wird.

Verzichtbar wäre eine Regionalisierung unter bestimmten Voraussetzungen dann, wenn für die Umsetzung des bundespolitischen Ziels das ökonomische Instrument handelbarer Flächenausweiserrechte eingesetzt würde (vgl. Bizer 1996; Bizer et al. 1998; Einig 2005b; SRU 2004)¹³. Dies erscheint in Anbetracht der aktuellen flächenpolitischen Diskussion und der mit dem Instrument derzeit noch verbundenen praktischen Probleme aktuell allerdings wenig wahrscheinlich. Zumindest mittelfristig bleibt daher eine Operationalisierung des Ziels für die Länder- und Regionsebene erforderlich.

- EZ 4: Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen

Teilziel: Anteil von Biotopverbundflächen an der Gesamtfläche 10 % (15 % in Schleswig-Holstein)

Die einfachste Form der Regionalisierung besteht darin, auf Landes- und Regionalebene den Anteil von 10 % für Biotopverbundflächen zu übernehmen. Aus fachlicher Sicht könnte allerdings überlegt werden, ob noch besonders reich an naturnahen Biotopen ausgestattete Länder einen höheren Anteil übernehmen könnten als Länder mit geringerem Anteil – wodurch allerdings die erstgenannten Länder für eine bisher umweltfreundlichere Politik „bestraft“ würden. Daneben könnte das Bundesziel auch erreicht werden, wenn bspw. große Flächenstaaten 11 % an Biotopverbundflächen zur Verfügung stellen, die Stadtstaaten aber lediglich 1 %. Prinzipiell sind also verschiedene Operationalisierungswege denkbar. De facto stellt sich die Frage im Verhältnis Bund – Länder jedoch kaum mehr, da das Ziel bereits in mehrere Landesnaturschutzgesetze Eingang gefunden hat oder – wie in Schleswig-Holstein – sogar darüber hinausgegangen wurde. Sehr wohl relevant werden wird die Wahl zwischen den ver-

(13) Ergänzend zu diesem rein quantitativ wirksamen Instrument bedürfte es ergänzend der planerischen Festlegung von „Tabu-Flächen“ für die weitere Flächeninanspruchnahme, vor allem aus der Perspektive von Umwelt- und Naturschutz.

schiedenen Möglichkeiten allerdings bei der Umsetzung der Landesziele auf der regionalen/kommunalen Ebene. Denn hier bestehen kleinräumig erhebliche Unterschiede der naturräumlichen Ausstattung, die bei einer Operationalisierung des Ziels berücksichtigt werden sollten.

Fall 2:

Quantitativer Zielwert für administrative Teilräume des Bundes vorhanden

Dieser Fall trifft zu auf die Ziele RZ 3, SZ 2, SZ 3 (bzw. einzelne Teilziele). Sie beziehen sich durchgehend auf die kommunale Ebene.

- RZ 3: Entsiegelung – Rückbau nicht mehr benötigter Bauflächen, Ausgleich für Neuversiegelung

Teilziel: Entsiegelung von 5 % der dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen im Außenbereich (UBA 2003)

Teilziel: Jährliche Entsiegelung und Teilbegrünung von 0,2 % der im Jahr 2000 versiegelten Fläche im Siedlungsraum (UBA 2003)

Teilziel: Jährliche Erhöhung unbefestigter, begrünter Grundflächen in Ortschaften um 0,1 % der im Jahr 2000 versiegelten Flächen (UBA 2003)

Die Zielwerte richten sich an jede einzelne Kommune. Dadurch, dass sie relativ (in Prozentangaben) und nicht absolut (Fläche in ha) formuliert sind bzw. sich konkret auf nicht mehr genutzte Flächen im Außenbereich beziehen, bedürfen sie keiner weiteren Quantifizierung auf regionaler/kommunaler Ebene – es sei denn, aus Akzeptanzgründen müssten die Ziele konkreten kommunalen Gegebenheiten angepasst werden, da z. B. schrumpfende Kommunen leichter in der Lage sein werden, die Ziele zu erfüllen als wachsende. Dies hätte eine Reformulierung bzw. Differenzierung des bundespolitischen Ziels zur Folge.
- SZ 2: Nachverdichtung und Innentwicklung

Teilziel: Verhältnis von Innen- zu Außenentwicklung 3 : 1 (Bundesregierung 2002a, BMU 2005)
- SZ 3: Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen

Teilziel: Deckung des Flächenbedarfs der Kommunen für neue Nutzungen durch Brachflächen; 2003: 25 %, 2010: 50 %; 2020: 75 % (UBA 2003)

Für die Ziele SZ 2 und SZ 3 gilt ähnliches wie für Ziel RZ 3. Da die Zielwerte hier allerdings deutlich höher gesetzt sind als bei RZ 3 dürfte die Problematik unterschiedlicher kommunaler bzw. regionaler Rahmenbedingungen *deutlicher spürbar werden* und in Abweichung vom bundespolitischen Ziel kommunal- bzw. regionalspezifische Zielsetzungen erforderlich machen. Hier ist die zentrale Frage, ob Kommunen/Regionen durch Bevölkerungszuwachs, Stagnation oder Bevölkerungsrückgang gekennzeichnet sind. Letztgenannten dürfte die Erreichung der Ziele am leichtesten möglich sein. Denn letztlich können die genannten Teilziele nur auf solche Kommunen Anwendung finden, die über ein ausreichendes Innenentwicklungspotenzial (SZ 2) bzw. über einen ausreichenden Bestand an Brachflächen verfügen (SZ 3).

Fall 3:

Quantitativer Zielwert für weitere Teilräume des Bundes bzw. für Einzelflächen vorhanden

Dieser Fall trifft zu auf die Ziele RZ 2, RZ 3, EZ 3, SZ 6 (bzw. einzelne Teilziele).

- RZ 2: Reduzierung weiterer Versiegelung

Teilziel: Anteil der versiegelten Straßen- und Wegefläche 2005: Reduzierung und Stabilisierung auf Stand 2002 (UBA 2003)

Teilziel: Reduzierung Fahrbahnbreite um 5 % gegenüber heutigen Standards beim Neubau klassifizierter Straßen (UBA 2003)
- RZ 3: Entsiegelung – Rückbau nicht mehr benötigter Bauflächen, Ausgleich für Neuversiegelung

Teilziel: Ausgleich von Eingriffen mit Versiegelung durch Entsiegelung 1 : 1 (RNE 2004)

Teilziel: bis 2010: Ausgleich von Versiegelung durch Entsiegelung zu mindestens 75 %; bis 2020: Vollständiger Ausgleich Versiegelung durch Entsiegelung (UBA 2003)

Teilziel: Straßen- und Wegefläche: bis 2010: 2 % Entsiegelung, bis 2020: 5 % Entsiegelung (UBA 2003)
- EZ 3: Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume

Teilziel: Erhaltung der UZVR >64 km²

Teilziel: Begrenzung der Abnahme der Effektiven Maschenweite (UBA 2003)
- SZ 6: Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen

Für alle hier genannten Ziele und Teilziele ist keine weitere Quantifizierung und Regionalisierung erforderlich, da sie sich auf konkret benannte Räume, kleinere Flächen oder bauliche Vorhaben beziehen: UZVR, Neubau klassifizierter Straßen, Straßen- und Verkehrsflächen, bauliche Maßnahmen mit Versiegelungswirkung, naturschutz- bzw. baurechtliche Eingriffe in Natur und Landschaft. Für das Ziel EZ 3 ist darauf hinzuweisen, dass die zur Abgrenzung der UZVR bzw. zur Berechnung der effektiven Maschenweite verwendeten zerschneidenden Elemente in allen Regionen identisch sein müssen, damit eine Vergleichbarkeit gewährleistet ist (sind z. B. die Gemeindeverbindungsstraßen berücksichtigt oder nicht?). Ziel SZ 6 ist in unmittelbarem Zusammenhang zu EZ 3 zu sehen, da die räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen zur Erhaltung von UZVR bzw. Begrenzung der Abnahme der effektiven Maschenweite beiträgt. Insofern gelten die Zielwerte für EZ 3 auch für SZ 6.

Fall 4:

Qualitatives Ziel auf Bundesebene vorhanden

Dieser Fall trifft auf alle bisher nicht erwähnten Ziele zu, jedoch ebenso auf Teilziele bereits erwähnter.

- RZ 2: Reduzierung weiterer Versiegelung
Hier fehlen quantitative Zielwerte für die Versiegelung von Siedlungsflächen, für Straßen liegen entsprechende Vorschläge des UBA (2003) vor (s. o.). Ebenso wie bei der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme dürfte auch hier der Wahl der Kriterien, anhand derer ein etwaiges bundespolitisches Ziel auf Länder, Regionen und Kommunen umgelegt wird, entscheidende Bedeutung zukommen. Dabei werden u. a. auch Unterschiede der städtebaulichen Struktur etwa zwischen Großstädten und kleineren ländlichen Gemeinden zu berücksichtigen sein. Denkbar wären auch Ziel- oder Orientierungswerte für verschiedene bauliche Strukturtypen (Blockbebauung, Reihen- oder Einzelhausgebiete etc.). In jedem Fall bedarf ein quantifiziertes bundespolitisches Ziel der Regionalisierung – es sei denn, man ginge auch hier den Weg über das ökonomische Instrument handelbarer Flächenausweisungsrechte (s. o.).

- EZ 1: Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit)

Der sparsame und schonende Umgang mit Boden und Fläche bzw. die Erhaltung von Böden ist auf Bundesebene durch Bodenschutzgesetz, BauGB, ROG und BNatSchG rechtlich verankert, ohne dass es dort oder auf untergesetzlicher Ebene quantifiziert wäre. Freilich lassen sich die Zielwerte zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme (RZ 1) und der Versiegelung (RZ 2) als inverse Zielwerte für einen flächenbezogenen Schutz des Bodens verstehen, zumindest was dessen Inanspruchnahme für Siedlung und Verkehr betrifft. In diesem Kontext entsprechen die Operationalisierungserfordernisse somit jenen der Ziele RZ 1 und RZ 2 bzw. werden durch die Operationalisierung dieser Ziele abgedeckt. Damit werden alle Böden – gleich welcher Art sie sind und welche Funktionen sie erfüllen – gleichwertig behandelt.

Das Nachhaltigkeitsbarometer enthält darüber hinaus zwei Indikatoren zur Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit. Somit geht die Produktionsfunktion von Böden stärker als andere Funktionen und Potenziale (Biotopentwicklungspotenzial, Puffer- und Regulationsfunktion, Archivfunktion) in die Bilanzierung ein. Dies liegt darin begründet, dass das Schutzgut Boden in seiner Bedeutung für die Produktion von Nahrungsmitteln und damit als Lebensgrundlage des Menschen stärker als bisher ins Bewusstsein gehoben werden soll.

Ginge man davon aus, dass auf bundespolitischer Ebene das Ziel der Schonung von Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit dahingehend quantifiziert wäre, dass diese nicht mehr oder maximal bis zu einer bestimmten Höhe für Siedlung und Verkehr in Anspruch genommen werden dürfen, so bestehen drei Möglichkeiten der Operationalisierung:

- a) Bundesweit ist festgelegt, dass Böden mit einer bestimmten natürlichen Ertragsfähigkeit (z. B. gemessen an der Acker-/Grünlandzahl) nicht mehr für Siedlung und Verkehr in Anspruch genommen werden dürfen. Dies hätte für Regionen, in denen hoch ertragsfähige Böden vorherrschen (bspw. die Börden- und Gäugebiete) de facto ein „Entwick-

lungsverbot“ zur Folge, und scheint daher politisch kaum durchsetzbar.

b) Das bundespolitische Ziel bezieht sich auf die Böden mit einer im innerregionalen Vergleich hohen natürlichen Ertragsfähigkeit, die nicht mehr in Anspruch genommen werden dürfen. Je nach naturräumlichen Bedingungen können davon z. B. in einer Region Böden ab einer Bodenzahl von 70 betroffen sein, in einer anderen bereits Böden mit einer Bodenzahl ab 40. Diese Form der Operationalisierung dürfte auf höhere politische Akzeptanz stoßen.

c) Die dritte Möglichkeit besteht in der Kombination der beiden vorgenannten, die einerseits der besonderen Verantwortung von Regionen mit hoch ertragsfähigen Böden gerecht wird, diesen zugleich aber in einem bestimmten Rahmen Möglichkeiten zur weiteren Siedlungsentwicklung belässt.

- EZ 2: Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft

Dieses Ziel und seine Teilziele sind auf bundespolitischer Ebene sehr allgemein formuliert und bedürften zumindest einer genaueren verbal-qualitativen Fassung und ggf. auch einer Quantifizierung, sofern eine solche auch für die regionale Ebene gewünscht ist. Ehe über Operationalisierungswege dieses Ziels nachgedacht wird, ist daher zu klären, welche Teilziele damit konkret verbunden sind, ob diese sinnvollerweise lediglich verbal-qualitativ oder auch quantitativ formuliert sein sollten und inwiefern regionale und kommunale Unterschiede berücksichtigt werden müssen, z. B. hinsichtlich des bisherigen Freiraumanteils, der absehbaren demographischen Entwicklung, der Lage in einem Zentral-, Zwischen- oder Peripherieraum (nach BBR 2005) oder der Bedeutung von Freiräumen und Landschaften für Naturschutz und Erholung. Konkretere Aussagen hierzu lassen sich im Rahmen dieses Vorhabens nicht treffen.

Das Nachhaltigkeitsbarometer konkretisiert das Ziel insofern, als es zu seiner Evaluation Indikatoren zur Durchgrünung des Siedlungsraums sowie zu schutzwürdigen Landschaften (nach BfN, vgl. Gharandjedaghi et al. 2004) verwendet. Konkrete Zielwerte existieren

für beide Belange allerdings bisher nicht. Für die Durchgrünung des Siedlungsraums ist davon auszugehen, dass es einen mehr oder minder breiten Optimalbereich gibt, da mit abnehmender baulicher und Einwohnerdichte wesentliche Dichtevorteile von Städten (z. B. kurze Wege, ökonomische Tragfähigkeit von Infrastruktureinrichtungen) verloren gehen. Für besonders schutzwürdige, schutzwürdige und schutzwürdige Landschaften mit Defiziten (vgl. Gharandjedaghi et al. 2004) wird für die Bilanzierung davon ausgegangen, dass in diesen Landschaften möglichst keine weitere Flächeninanspruchnahme erfolgen sollte. Solche Landschaften sind auch aus der Sicht des Naturschutzes von Bedeutung, weshalb der entsprechende Indikator auch zur Evaluierung der Operationalisierung von Ziel EZ 4 beiträgt.

- EZ 4: Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen

Für dieses Ziel ist das Teilziel zur Entwicklung eines Biotopverbunds quantifiziert (s. o.). Sonstige quantitative Zielwerte finden sich nicht. Aus dem Kontext der rechtlichen Grundlagen und politisch-programmatischen Aussagen lässt sich folgern, dass eine weitere Flächeninanspruchnahme auf naturschutzfachlich bedeutsamen Flächen möglichst gering sein oder ganz vermieden werden sollte. Als naturschutzfachlich bedeutsame Flächen sind in erster Linie die Schutzgebietskategorien des BNatSchG zu betrachten (gewisse Ausnahme: schutzwürdige Landschaften, die allerdings flächenmäßig i. d. R. deutlich größer sind). Eine weitergehende Konkretisierung des Ziels setzt daher voraus festzulegen, inwieweit sich Unterschiede zwischen den Schutzgebietskategorien auf quantitative Zielwerte der Zulässigkeit einer Flächeninanspruchnahme in den Gebieten auswirken. Würde man das Ziel verfolgen, in sämtlichen Schutzgebieten keine weitere Flächeninanspruchnahme zuzulassen, so würde man Kommunen, die in Großschutzgebieten liegen, jegliche weitere Siedlungsentwicklung untersagen. Während eine völlige Untersagung weiterer Eingriffe in Kernzonen von Nationalparks und Biosphärenreservaten noch auf relativ hohe Akzeptanz stoßen dürfte, ist davon in

den Pflege- und Entwicklungszonen dieser Gebiete sowie in Naturparks nicht mehr auszugehen. Strengere Vorgaben sind auch für Naturschutzgebiete denkbar, weniger für Landschaftsschutzgebiete. Bei diesen werden bereits heute entsprechende Bemühungen dadurch geschwächt, dass die betroffenen Teile der LSG relativ problemlos aus diesem ausgegliedert werden können (Heiland et al. 2005, S. 49 f.).

Eine Operationalisierung des Ziels müsste also vornehmlich an den Schutzgebietskategorien ansetzen und für diese spezifische Zielwerte festlegen. Eine weitergehende Regionalisierung wäre überflüssig, da sich die quantifizierten Ziele auf die Schutzgebiete beziehen. Allerdings sind bei allen Schutzgebietskategorien zudem die einzelnen Schutzgebietsverordnungen bzw. bei FFH- und Vogelschutzgebieten die jeweiligen Erhaltungsziele zu berücksichtigen.

Ob eine bundespolitische Quantifizierung allerdings überhaupt Sinn macht, ist insbesondere aus drei Gründen skeptisch zu betrachten:

- a) Die Zuständigkeit für den Naturschutz liegt bei den Ländern.
 - b) Einheitliche Zielwerte können den Spezifika einzelner Schutzgebiete nicht gerecht werden.
 - c) Nicht bei Null liegende Zielwerte, also die Zulässigkeit weiterer Flächeninanspruchnahme, könnten so interpretiert werden, dass die Ausnutzung der verbleibenden Spielräume naturschutzfachlich generell unproblematisch wäre. Damit könnte ein Eindruck entstehen, der letztlich kontraproduktiv ist, da er die weitere zulässige Flächeninanspruchnahme vermeintlich mit einem „ökologischen Unbedenklichkeitssiegel“ versieht.
- SZ 1: Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung
- SZ 5: Anbindung neuer Baugebiete an die bestehende Infrastruktur
- Diese Ziele besitzen bereits in ihrer verbal-qualitativen Form eine Aussagekraft, die eine Quantifizierung als nicht zwingend erforderlich erscheinen lässt. Auch auf eine Regionalisierung könnte aufgrund ihres Bezugs auf konkret benannte Vorhaben bzw. Teilflächen verzichtet werden.

Im Nachhaltigkeitsbarometer wird das Ziel SZ 1 u. a. mit dem Indikator „Anteil der SuV in ober- und mittelzentralen Orten (in % SuV gesamt)“ gemessen, das Ziel SZ 5 u. a. mit dem „Anteil neuer Siedlungsflächen im Einzugsbereich schienengebundener ÖPNV-Angebote“. Hierfür ließen sich Zahlenwerte benennen, die allerdings an Unterschiede bzw. Besonderheiten verschiedener Regionstypen angepasst werden müssten.

- SZ 4: Nutzungsmischung im Siedlungsbereich
- Die zu diesem Ziel vorgefundenen Aussagen in den ausgewerteten Dokumenten sind deutlich weniger konkret als jene zu allen anderen Zielen. Letztlich wird lediglich darauf verwiesen, dass Nutzungsmischung ein Mittel zur Optimierung der Flächeninanspruchnahme darstelle. Aussagen, um welche Nutzungen es sich dabei handelt und in welchem prozentualen und räumlichen Verhältnis zueinander sie stehen sollten, fehlen. Eine Operationalisierung des Ziels würde somit zunächst eine Definition der gemeinten Nutzungen (Wohnen, Arbeiten, Freizeit, Gewerbe, Grün, Kultur, soziale Infrastruktur, Verkehr) erfordern. Darauf aufbauend müssten für unterschiedliche Siedlungstypen optimale Formen der Nutzungsmischung beschrieben werden, wobei auch deren Realisierbarkeit, etwa angesichts von Schrumpfungsprozessen oder dem Verdrängungswettbewerb im Einzelhandel, zu prüfen wäre. Eine Operationalisierung nach Ländern und Regionen erschiene hingegen wenig sinnvoll, da das Ziel dann für bestimmte Siedlungstypen konkretisiert wäre. Aufgrund der genannten Probleme sowie der Tatsache, dass das Ziel ausschließlich der kommunalen Ebene zuzuordnen ist, findet es im Nachhaltigkeitsbarometer keine weitere Berücksichtigung.
- NZ 1: Intensivierung der Flächen-
nutzung
 - NZ 2: Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme
- Auch Nutzungseffizienzziele werden in den ausgewerteten Dokumenten mit nur wenigen konkreten Hinweisen behandelt: möglichst wenig SuV pro Einwohner, Erhöhung der Zahl der Einwohner und gewerblichen Arbeitsplätze pro Hektar, Entkoppelung Flächenin-*

spruchnahme vom Wirtschaftswachstum. In den Rechtsgrundlagen tauchen entsprechende Ziele nicht auf. Im Nachhaltigkeitsbarometer werden sie u. a. durch Indikatoren zu Siedlungsdichte, Wohnflächenausstattung, Bebauungsdichte, Intensität, Infrastrukturaufwand, Flächenproduktivität oder Nutzungsdichte gemessen. Eine Festlegung quantitativer Zielwerte auf Bundesebene könnte hier durchaus sinnvoll sein, bedürfte aber einer Regionalisierung bzw. einem Bezug auf definierte Teilräume, der deren Gegebenheiten ausreichend berücksichtigt.

Resümee

Hinsichtlich weiterer Operationalisierungserfordernisse ist zu unterscheiden zwischen Zielen, die bereits quantifiziert sind und solchen, die lediglich in verbal-qualitativer Form vorliegen.

Quantifizierte Ziele existieren sowohl für die Bundesebene als auch für die Länder und Kommunen bzw. für Teilräume und Einzelflächen, die nach speziellen Kriterien ausgewählt wurden. Allerdings wurden die auf Kommunen bezogenen Ziele auf Bundesebene festgesetzt, sodass sich Fragen ihrer Akzeptanz und Realisierbarkeit stellen. Der Bedarf einer weiteren Regionalisierung und Quantifizierung ist insbesondere dort gegeben, wo ein bundesweiter Zielwert existiert (Fall 1). In den Fällen 2 und 3 sind nur in Einzelfällen Anpassung an kommunale/regionale Rahmenbedingungen erforderlich. Hier ist also von einem begrenzten Operationalisierungsbedarf auszugehen.

Ein höherer Operationalisierungsbedarf besteht für qualitative Ziele. Allerdings lässt sich dieser in vielen Fällen kaum näher präzisieren, da er von einer Konkretisierung der Ziele und somit von politisch-normativen Entscheidungen abhängig ist, über die lediglich spekuliert werden kann. In einigen Fällen ist zudem fraglich, ob eine Quantifizierung qualitativer Ziele auch aus fachlicher Sicht sinnvoll ist (z. B. Schutz und Erhaltung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen). Diese Problematik kann hier nur angedeutet, jedoch nicht grundsätzlich gelöst werden. Daher wird auf eine Quantifizierung qualitativ formulierter flächenpolitischer Ziele im Rahmen dieses Vorhabens verzichtet. Dies hat zur Konsequenz, dass eine auf absolute Werte bezogene Bilanzierung von Flächennutzung und Flächenin-

anspruchnahme im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers nicht möglich ist. Kapitel 4 dieses Berichts wird daher alternative Wege einer Bilanzierung aufzeigen.

Operationalisierung flächenpolitischer Ziele:

Das Beispiel „30-ha-Ziel“ der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie

Für das in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie formulierte Ziel, die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr bis 2020 auf täglich 30 ha zu begrenzen, bedarf einer Regionalisierung im oben dargelegten Verständnis, d. h. es muss festgelegt werden, welche Beiträge einzelne Teilräume zu diesem Ziel zu leisten haben. Hierfür können, wie nachfolgend ausgeführt, unterschiedliche Kriterien herangezogen werden. Ehe jedoch diese räumliche Komponente diskutiert wird, soll im Folgenden der zeitliche Aspekt behandelt werden, d. h. die Frage, wie die Erreichung des „30-ha-Ziels“ zeitlich gestaffelt ist.

Zeitliche Reduktionspfade der Flächeninanspruchnahme

Die Bundesregierung hat sich mit dem in der Nachhaltigkeitsstrategie festgelegten 30-Hektar-Reduktionsziel lediglich auf einen im Jahr 2020 zu erreichenden Zielwert festgelegt. Dies entspricht einer Begrenzung auf weniger als ein Viertel der Ende der 1990er Jahre statistisch gemessenen Flächeninanspruchnahme in Höhe von ca. 130 Hektar pro Tag. In der Nachhaltigkeitsstrategie blieb aber offen, auf welchem zeitlichen Pfad das Reduktionsziel erreicht werden soll. Das UBA (2003) sowie das BMU (2005, Entwurf der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt) konkretisieren dies, indem sie für 2010 einen Zielwert von 80 (UBA) bzw. 60 ha/Tag (BMU) angeben. Offen bleibt, wie sich die Entwicklung zwischen den genannten Zeitpunkten vollzieht.

Denkbar ist eine lineare Reduktion, nach der pro Jahr die für Siedlungs- und Verkehrsflächen neu in Anspruch genommene Freifläche um einen statischen Wert sinkt. Einen solchen Ansatz unterstellen Jakubowski und Zahrt (2003) für ihre Modellierung regionaler Anpassungserfordernisse. Sie errechnen auf diesem Wege eine zulässige Flächeninanspruchnahme in Höhe von etwa 5 600 km², ausgehend von einer tägli-

chen Flächeninanspruchnahme von 129 Hektar im Jahr 2000 (Jakubowski/Zahrt 2003; Siedentop et al. 2003, S. 158). Gegenüber dem Jahr 2000 würde sich der Siedlungs- und Verkehrsflächenbestand um ca. 13 % erhöhen.

Möglich sind aber auch alternative Reduktionspfade – so könnte die Flächeninanspruchnahme bei Unterstellung sofort herbeigeführter und politisch wirksamer Reformen bereits in den ersten Jahren deutlich absinken. Dies erscheint aber angesichts der hohen Konfliktintensität politischer Reformen und der stabilen Handlungsroutinen kommunaler Planungsakteure wenig wahrscheinlich. Realistischer ist, dass politische Reformen nicht sofort durchsetzbar sind und sich das Flächennutzungsverhalten ökonomischer Akteure erst mittel- und langfristig ändert. In diesem Fall muss mit einer weiterhin hohen Freiflächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen gerechnet werden. Erst ab dem Jahr 2010 würde die Flächeninanspruchnahme dann signifikant sinken. Noch realitätsnäher erscheint eine logistische Reduktionskurve, die eine Reduktion mit zeitlicher Verzögerung und eine anschließende Abschwächung des pro Jahr realisierten Reduktionsumfangs unterstellt.

Es leuchtet unmittelbar ein, dass die hier unterschiedenen Reduktionspfade mit unterschiedlichen Gesamtsalden der zulässigen Flächeninanspruchnahme einhergehen, was für die Operationalisierung des Ziels, insbesondere die Festlegung regionaler Flächenausweisungsquoten von erheblicher Bedeutung ist. Abbildung 3 stellt die unterschiedlichen Reduktionsszenarien in ihren Mengenausprägungen nebeneinander. Würde die mit Daten der Flächenerhebung für das Jahr 2002 zuletzt gemessene Flächeninanspruchnahme in Höhe von 105 Hektar pro Tag bis zum Jahr 2020 anhalten, müsste mit einer akkumulierten bundesweiten Freiflächeninanspruchnahme von 7 300 km² bis 2020 (in 19 Jahren) gerechnet werden („Trendpfad“). Ein „linearer“ Reduktionspfad würde demgegenüber nur eine Inanspruchnahme von etwa 4 500 km² einräumen, damit eine Einsparung um 38 % gegenüber dem Trendpfad realisieren. In etwa gleichem Umfang läge die „logistische“ Flächenverbrauchskurve. Deutlich geringere Flächenausweisungsspielräume böte der „exponentielle“ Reduktionspfad. Hier ergäbe sich eine Einspa-

rung von 62 % gegenüber dem Trendpfad. Würde hingegen eine erst ab 2010 einsetzende Reduktion der Flächeninanspruchnahme unterstellt („verzögerte Reduktion“), könnten etwa 6 500 km² SuV in Anspruch genommen werden, was einer saldierten Reduktion von lediglich 11 % gegenüber dem Trendpfad entspricht.

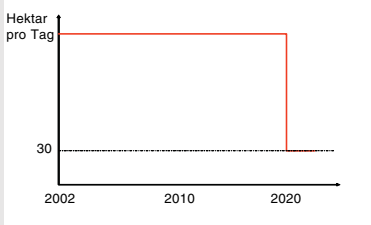
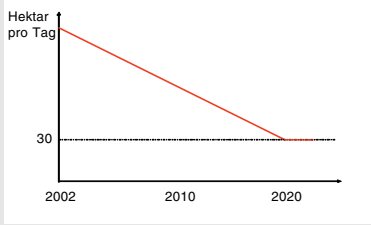
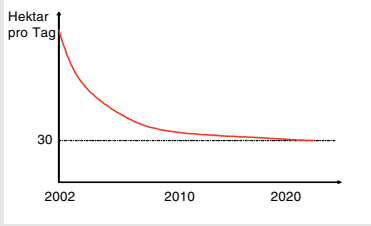
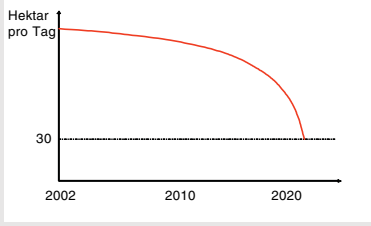
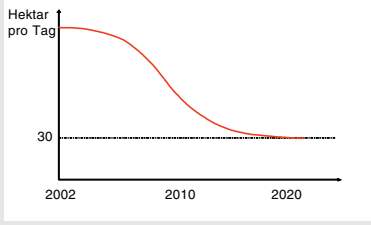
Obwohl sich die Bundesregierung nicht auf einen quantitativen Reduktionspfad festgelegt hat, kann ihr doch weder die Annahme eines exponentiell sinkenden Flächenverbrauchs noch eines zeitlich stark verzögerten Eintritts der Reduktionsbemühungen unterstellt werden. Zu unrealistisch wäre Ersteres, während Letzteres viel zu geringe mittelfristige Umweltentlastungseffekte mit sich brächte. In den weiteren Betrachtungen dieser Studie wird daher von einer linearen Reduktion der Flächeninanspruchnahme ausgegangen.

Räumliche Operationalisierung des 30-ha-Ziels: Festlegung regionaler Flächenausweisungskontingente

Auch in räumlicher Hinsicht hat sich die Bundesregierung nicht auf einen Umlegungsschlüssel des 30-Hektar-Ziels festgelegt. In der Literatur werden unterschiedliche Modelle diskutiert. Der Nachhaltigkeitsbeirat Baden-Württemberg (2004) schlägt eine bevölkerungsproportionale Ausgabe der Kontingente vor. Jakubowski und Zahrt (2003, S. 189) präferieren demgegenüber einen kombinierten Schlüssel, welcher die prognostizierte Bevölkerungszahl im Jahr 2015 sowie die Katasterfläche im Verhältnis 2 : 1 berücksichtigt. Sie begründen diesen Ansatz damit, dass bei Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung der wachstumsbedingte Mehrbedarf an Siedlungsfläche berücksichtigt werde. Die Einbeziehung der Katasterfläche sichere gleichzeitig eine „Grundausstattung“ für ländlich-periphere, dünn besiedelte Regionen und trage dem Umstand Rechnung, dass derartige Räume siedlungsspezifisch höhere Pro-Kopf-Ausstattungen mit Siedlungs- und Verkehrsflächen aufweisen. Böhm et al. (2002, S. 33) diskutieren drei Alternativen:

- ein „Benchmarking“, bei dem das (regionale) Gesamtkontingent mit unterschiedlichen Kenngrößen auf die Kommunen aufgeteilt wird (Gesamtfläche, Siedlungs- und Verkehrsfläche, Einwohner, Erwerbstätige, Kombinationen aus diesen Größen),

Abbildung 3
Einsparvolumina verschiedener Reduktionspfade des 30-Hektar-Ziels
(Flächeninanspruchnahme zwischen 2002 und 2020)

Reduktionspfad	Prinzip	Absoluter Saldo der Freiflächeninanspruchnahme, Einsparung gegenüber Trendpfad
„Trendpfad“		ca. 7 300 km ² 0 %
„Lineare Reduktion“		ca. 4 500 km ² 38 %
„Exponentielle Reduktion“		ca. 2 800 km ² 62 %
„Verzögerte Reduktion“		ca. 6 500 km ² 11 %
„Reduktion mit logistischer Funktion“		ca. 4 500 km ² 38 %

Quelle: Eigene Berechnungen

- die Orientierung an realen ökologischen „Knappheiten“, wobei Kommunen mit starken ökologischen Entwicklungsrestriktionen geringere Flächenkontingente zugewiesen bekommen sowie
- eine Orientierung an der Freiflächeninanspruchnahme eines Basiszeitraums, was Kommunen mit in der Vergangenheit starkem Flächenverbrauchsverhalten begünstigt.

Letzteres greift auch der Naturschutzbund Deutschland auf, der vorschlägt, die Verteilung des Globalkontingents auf Bundesebene an den zu einem Referenzjahr (hier 2003) bestehenden Ausweisungsrelationen der Länder vorzunehmen. Ein Bundesland bekommt dabei ein Kontingent zugewiesen, welches in seiner Höhe dem Anteil an der bundesweiten Freiflächeninanspruchnahme des Jahres 2003 entspricht. Eine solche

Regelung hat aber den Nachteil, dass Länder, die bereits seit längerem Flächensparaktivitäten betreiben, negativ sanktioniert würden.

Angesichts der in Deutschland trotz relativ ausgeglichener Siedlungsstruktur vorhandenen raumstrukturellen Disparitäten leuchtet es ein, dass mit der Wahl eines bestimmten Verteilungsschlüssels deutlich unterschiedliche räumliche Verteilungseffekte einhergehen. Abbildung 3 veranschaulicht dies mit einer Modellrechnung für vier denkbare Umlegungsschlüssel. Ausgangspunkt ist die unter Annahme eines linearen Reduktionspfades berechnete bundesweite Flächenausweisung in Höhe von 4 500 km² für den Zeitraum 2002 bis 2020. Dieses Globalkontingent wird mit alternativen Indikatoren auf die kreisfreien Städte und Landkreise verteilt, wobei vereinfacht davon ausgegangen wird, dass die Zuteilung ohne zeitliche Zwischenschritte erfolgt.¹⁴ Als Zuteilungsschlüssel werden die aktuelle Bevölkerungszahl (2002), die Katasterfläche (2000), der Bestand an Siedlungs- und Verkehrsfläche (2000) und das Bruttoinlandsprodukt (2001) angesetzt. Denkbar wären auch Kombinationen dieser Indikatoren, was hier aber nicht dargestellt ist.

Mit geeigneten Interpolationstools (Kernel-Density) können nun die räumlichen Allokationseffekte im Einzelnen grob abgeschätzt und visualisiert werden. Zum Einsatz kommen dabei zwei Darstellungsformen – die auf einen km² maximal in Anspruch zu nehmende Freifläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke (linke Darstellung) sowie die auf einen Einwohner (Stand 2002) bezogene maximal in Anspruch zu nehmende Freifläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke (rechte Darstellung).

Im Einzelnen lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Am „gerechtesten“ erscheint eine bevölkerungsproportionale Umlegung des Globalkontingents auf die kommunalen Gebietskörperschaften. Zwar würde dies mit einer weiteren Verdichtung der Agglomerationsräume einhergehen, verbunden mit ökologischen Beeinträchtigungen. Jedem Einwohner (der heutigen Bevölkerung) ständen aber die gleichen Flächenausweisungsrechte zur Verfügung (ca. 54 m²). Ländlich-periphere Räume würden vor weiteren Beeinträchtigungen ihres noch hohen ökologischen Potenzials bewahrt.

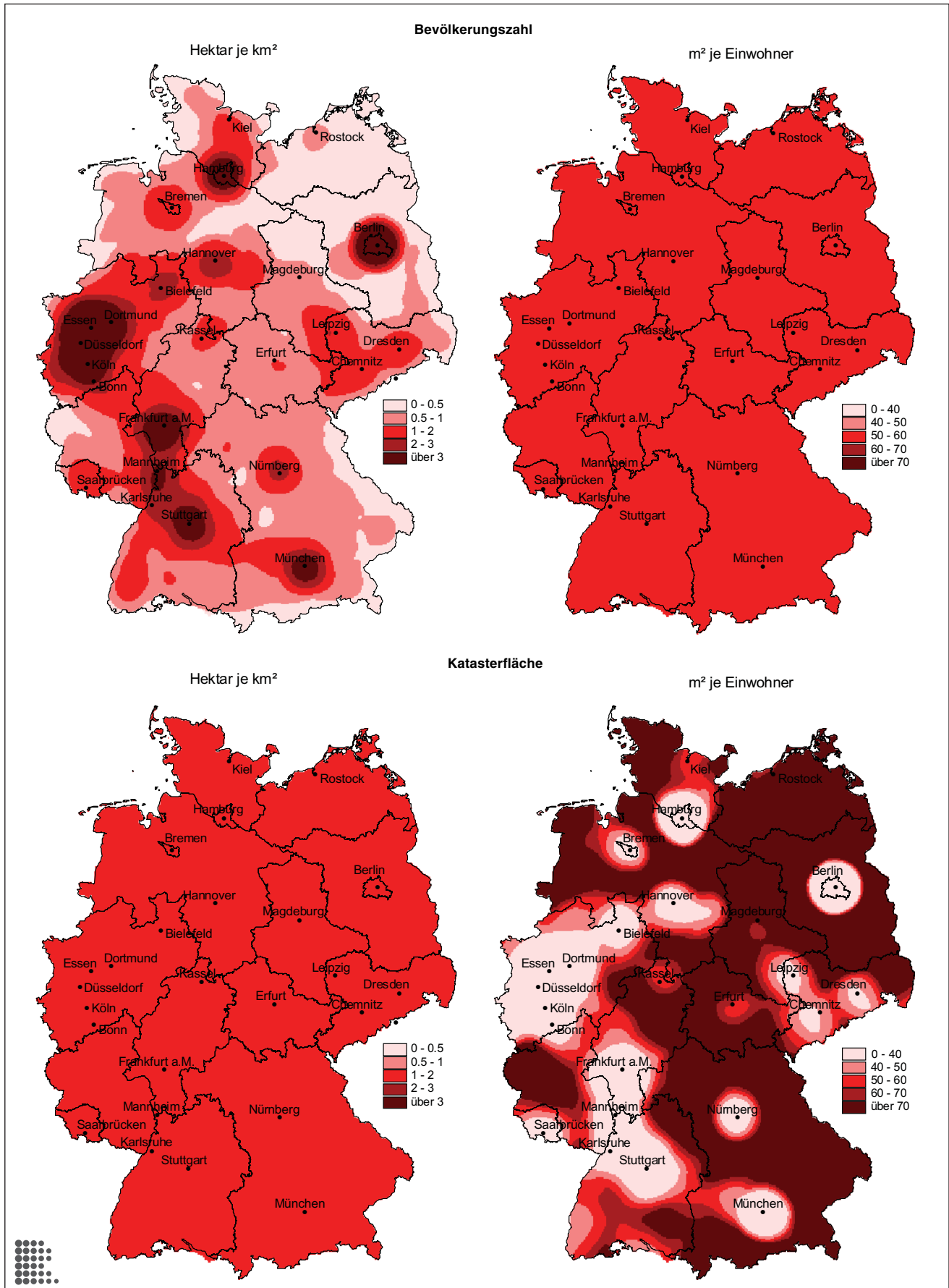
- Unsinnig erscheint eine Umlegung nach der Katasterfläche der Gebietseinheiten (hier Landkreise). Diese Option würde eine völlige räumliche Gleichverteilung von Flächenausweisungsrechten bewirken und damit die Agglomerationsräume stark benachteiligen. Hier läge die Pro-Kopf-Ausstattung mit Flächenausweisungsrechten in extremer Weise unterhalb der ländlichen Räume. Ein derartiger Regionalisierungsweg würde Gefahr laufen, weiteren Desurbanisierungsprozessen Vorschub zu leisten und zur Verstädterung ländlicher Räume mit hohem ökologischem Potenzial beizutragen. Letzteres relativiert sich allerdings durch den insgesamt vergleichsweise geringen Ausweisungsrahmen von ca. 1,3 Hektar SuV-Fläche je km² Fläche (bundesweit). Der SuV-Flächenanteil würde sich demnach in allen Teilen Deutschlands um maximal 1,3 % zulasten der Freiraumnutzungen ausdehnen.
- Eine Regionalisierung anhand des aktuellen Bestandes an Siedlungs- und Verkehrsfläche würde vor allem Regionen mit geringer Siedlungsdichte begünstigen. Zwar wären die absoluten Flächenausweisungsspielräume (Hektar je km²) in den Agglomerationskernen höher als in ländlichen Räumen. Pro Einwohner könnten in Letzteren aber deutlich mehr neue Freiflächen für Siedlung und Verkehr beansprucht werden.
- Eine Umlegung anhand des aktuellen Bruttoinlandsprodukts würde naturgemäß die strukturschwachen Räume benachteiligen. Sowohl absolut als auch relativ lägen die Flächenausweisungsspielräume hier deutlich unterhalb der Werte für die Agglomerationsräume. Zugleich offenbart sich der nach wie vor erhebliche Abstand in der Wertschöpfung west- und ostdeutscher Regionen – ländliche Räume Westdeutschlands würden deutlich besser abschneiden als ihre ostdeutschen Pendanten. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass der Flächenbedarf insbesondere in strukturschwachen ländlichen Regionen Ostdeutschlands stark unterdurchschnittlich ausfällt.

An dieser Stelle sei vor allem auf die erheblichen Abweichungen der hier unterschiedenen Modelle hingewiesen. Die politische Festlegung entsprechender Verteilungsschlüssel muss daher besonders sorgfältig abgewogen werden, was aber angesichts

(14)

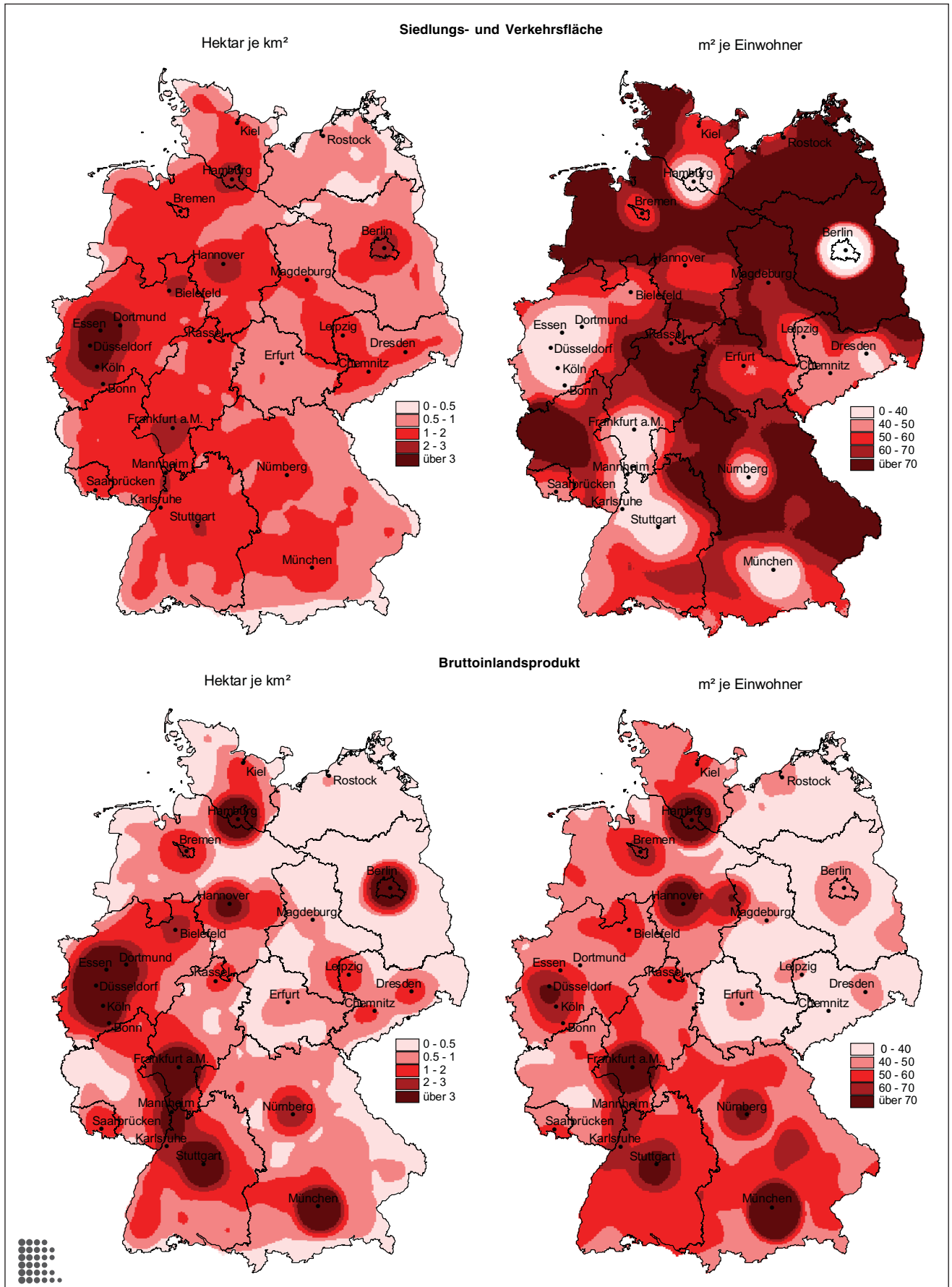
Bei der Einführung „Handelbarer Flächenausweisungsrechte“ wäre demgegenüber davon auszugehen, dass die Verteilung eines Globalkontingents auf Regionen oder Gemeinden in zeitlichen Schritten (z. B. 5 Jahre) vorgenommen wird. Zu Beginn einer neuen Zuteilungsperiode besteht dann die Möglichkeit, die Zuteilungsrechnung auf Basis aktualisierter Daten durchzuführen.

Abbildung 4
Räumliche Verteilungseffekte verschiedener regionaler Umlegungsschlüssel des 30-Hektar-Ziels



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 4 (Fortsetzung)
 Räumliche Verteilungseffekte verschiedener regionaler Umlegungsschlüssel des 30-Hektar-Ziels



Quelle: Eigene Darstellung

der zu erwartenden Verteilungskonflikte ohnehin vorausgesetzt werden kann.

Aus umweltpolitischer Sicht spricht vieles für ein Modell, welches auch die lokalen Voraussetzungen für ein ökologisch verträgliches, sozial ausgewogenes und ökonomisch (insbesondere infrastrukturell) tragfähiges Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Rechnung stellt. Das Flächenbarometer kann dazu auch die erforderlichen Basisdaten bereitstellen.

Kritisch anzumerken ist, dass das 30-Hektar-Reduktionsziel ohne Bezugnahme auf die demographische Entwicklung der Bundesrepublik formuliert wurde. So könnte argumentiert werden, dass das 30-Hektar-Ziel bei sinkender Bevölkerungszahl bis zum Jahre 2020 einen zu weit reichenden Ausweisungsrahmen vorgibt. Bei höheren Bevölkerungszuwächsen – z. B. infolge höherer Zuwanderung – wäre dagegen das Ziel möglicherweise zu restriktiv angelegt und mit negativen sozialen Wirkungen, z. B. bei der Wohnungsversorgung, verbunden.

Die Schweiz hat sich vor diesem Hintergrund für eine alternative Mengenzielformulierung entschieden. In der Schweizer Nachhaltigkeitsstrategie wurde festgelegt, die Siedlungsfläche pro Einwohner auf dem derzeitigen Stand von etwa 400 m² zu stabilisieren (Schweizerischer Bundesrat 2002; siehe auch Baumgartner 2004, S. 11). Gegenüber einer rein siedlungsflächenbezogenen Bemessung eines Reduktionsziels hat die Vorgabe eines „Dichteziels“ offensichtliche Vorteile. Bei Bevölkerungswachstum eröffnet sich ein höherer Ausweisungsrahmen, während bei sinkender oder stagnierender demographischer Entwicklung weitere Flächeninanspruchnahmen ausgeschlossen oder stark begrenzt sind. Allerdings muss gefragt werden, ob das Ziel einer Stabilisierung der Siedlungsdichte (Siedlungsfläche je Einwohner) auf aktuellem Niveau realistisch sein kann. So räumt der Schweizerische Bundesrat in einer Aktualisierung der Nachhaltigkeitsstrategie selber ein, dass bereits im Jahr 2000 das „400-m²-Ziel“ überschritten wurde. Die Pro-Kopf-Inanspruchnahme wachse jedes Jahr um 1,3 m² (Schweizerischer Bundesrat 2005).

Bezogen auf die Bundesrepublik stellt Tabelle 5 mögliche Implikationen bei alternativen Dichtezielen dar. Derzeit entfallen in Deutschland auf einen Einwohner etwa 550 m² Siedlungs- und Verkehrsfläche

(Siedlungsflächenausstattung). Würde dieser Wert als Zielwert für das Jahr 2020 festgeschrieben, so würde der mögliche Ausweisungsrahmen bei der positivsten Bevölkerungsprognose des Statistischen Bundesamtes – welche einen Anstieg der Bevölkerungszahl auf etwa 84 Millionen Einwohner bis 2020 unterstellt – bei lediglich 20 Hektar pro Tag bis zum Jahr 2020 liegen. Gemessen am 30-Hektar-Reduktionsziel (linearer Reduktionspfad) entspräche dies einer zulässigen Flächeninanspruchnahme von weniger als einem Drittel. Würde die Bevölkerungszahl hingegen gemäß der pessimistischsten Variante sinken, wäre der Flächenausweisungsrahmen sogar negativ. In diesem Fall müssten streng genommen Siedlungsflächen in Freiflächen rückgewidmet bzw. rückgebaut werden. Würde das Ausstattungsziel auf 600 m² je Einwohner angehoben, läge der mögliche Ausweisungsrahmen zwischen 47 und 86 Hektar pro Tag je nach der unterstellten Bevölkerungsentwicklung, was in etwa dem quantitativen Niveau des 30-Hektar-Reduktionsziels entspricht. Letzteres lässt im Falle eines linearen Reduktionspfades (siehe Abb. 3, S. 34) eine mittlere Flächeninanspruchnahme von 65 Hektar pro Tag zu.

Aus den in Tabelle 5 ausgewiesenen Zahlen lassen sich mehrere Schlussfolgerungen ziehen. Der mit dem 30-Hektar-Ziel eröffnete quantitative Rahmen möglicher Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke wird bei konstanter Bevölkerungszahl zu einem deutlichen Rückgang der Siedlungsdichte führen, verbunden mit erheblichen Effizienzeinbußen technischer Infrastrukturleistungen. Eine Stabilisierung der Siedlungsdichte auf heutigem Niveau wäre allenfalls bei steigender Bevölkerungszahl denkbar. Bleibt der Bevölkerungsbestand in Deutschland stabil oder sinkt die Bevölkerungszahl, so müsste eine Dichtestabilisierung mit der Rückwidmung von Siedlungsflächen in erheblichem Umfang erkaufte werden, was allein aus eigentumsrechtlichen Gründen illusorisch ist.

Tabelle 5
Alternative Reduktionsziele und ihre Implikationen für den möglichen Ausweisungsrahmen

Zielkriterium	Bevölkerungsprognose bis 2020* (EW)	Zulässige Flächeninanspruchnahme 2004 bis 2020 (km ²)	Zulässige Flächeninanspruchnahme 2004 bis 2020 (Hektar pro Tag)
30-Hektar-Reduktionsziel (lineare Reduktion)	-	4 025	65
Stabilisierung der Siedlungsflächenausstattung bei 550 m ² je Einwohner (2020)	unterste Variante (80.048.400)	-1 063	-17
	oberste Variante (84.070.200)	1 237	20
Stabilisierung der Siedlungsflächenausstattung bei 600 m ² je Einwohner (2020)	unterste Variante (80.048.400)	2 940	47
	oberste Variante (84.070.200)	5 352	86
Erhöhung der Siedlungsflächenausstattung auf 500 m ² je Einwohner (2020)	unterste Variante (80.048.400)	-5 066	-82
	oberste Variante (84.070.200)	-3 055	-49
* Bezugnahme auf die Ergebnisse der 10. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2003 (Statistisches Bundesamt 2003)			

Quelle: Eigene Berechnungen

3 Indikatoren zur Messung flächenpolitischer Ziele

3.1 Einleitung

In Kapitel 2 wurden flächenpolitische Ziele analysiert und systematisiert, deren Akzeptanz bzw. Sinnhaftigkeit im Folgenden als Prämisse unterstellt wird. Darauf aufbauend werden Indikatoren benannt bzw. entwickelt, die es erlauben, die Erreichung dieser Ziele zu überprüfen. Dazu müssen das Ziel- und Indikatorensystem miteinander kompatibel sein. Die Systematisierung der Indikatoren erfolgt daher entsprechend jener der Ziele nach den Kategorien Reduktionsziele, Erhaltungs- und Schutzziele, nutzungsstrukturelle Ziele und Nutzungseffizienzziele.

In Abschnitt 3.2 erfolgt zunächst eine Auswertung bestehender Indikatorensysteme, um einen Überblick über bereits in der Anwendung befindliche flächenbezogene Indikatoren zu erhalten, auf die für das Nachhaltigkeitsbarometer soweit sinnvoll zurückgegriffen werden kann.

In den Ausführungen im Abschnitt 3.3 werden die für das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche ausgewählten und entwickelten 39 Indikatoren (davon 17 Kernindikatoren) vorgestellt und diskutiert sowie die Ergebnisse der Anwendung der Indikatoren für verschiedene Gebietseinheiten dargelegt.

3.2 Synopse: Existierende Indikatoren zu Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme

Vorgehensweise

Es wurde eine Recherche zu bestehenden Indikatorensystemen und Einzelindikatoren durchgeführt, die Aspekte der Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme thematisieren. Dabei wurde Bezug genommen auf eine bestehende Synopse wesentlicher Nachhaltigkeitsindikatorensysteme (Heiland et al. 2003), die durch weitere Indikatorensysteme ergänzt wurde. Aufgrund der mittlerweile hohen Zahl an Indikatorensystemen sowie der Dynamik ihrer Entwicklung ist es nicht Anspruch, alle überhaupt vorhandenen (Nachhaltigkeits- und Umwelt)Indikatorensysteme auf regionaler und kommunaler Ebene zu erfassen. Zahl und Art der ausgewählten Systeme lassen es als sehr wahrscheinlich erscheinen,

dass keine wesentlichen flächenrelevanten Indikatoren übersehen werden. Auf Bundes- und Landesebene wurde allerdings auf eine vollständige Erfassung der dort in Entwicklung bzw. Anwendung befindlichen Systeme geachtet.

Ziel ist es, einen möglichst umfassenden Überblick über bereits in Entwicklung und Anwendung befindliche Indikatoren zu erhalten, um

- eine erste Basis für die Auswahl von Indikatoren für das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche zu erhalten,
- Hinweise auf bereits verwendete Indikatoren und die entsprechende Datenverfügbarkeit zu erhalten,
- zu überprüfen, ob und inwiefern hinsichtlich der in Kapitel 2 identifizierten und beschriebenen Ziele bereits Indikatoren existieren und
- thematische Lücken in Diskussion und Indikatorenverwendung zu erkennen, die für das Nachhaltigkeitsbarometer relevant sind.

Daher erfolgte zunächst eine sehr breit angelegte Auswahl der aufzulistenden Indikatoren. Entscheidendes Kriterium war dabei der (direkte oder indirekte) Flächenbezug bzw. die Flächenrelevanz jedes Indikators, nicht die Frage, ob er für eine Anwendung im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers tatsächlich geeignet ist. Diese Auswahl erfolgt bei der Erstellung des Indikatorensets.

Die Recherche umfasste die nationale Ebene, die Ebene der Bundesländer sowie die regionale und kommunale Ebene. Für die Zuordnung war entscheidend, auf welcher Ebene ein Indikatorensystem angewendet, nicht auf welcher Ebene es entwickelt wurde. So wurde z. B. das sog. Urban Audit auf europäischer Ebene für die Anwendung in Städten entwickelt und daher der kommunalen Ebene zugeordnet.

Die Gesamtzahl der in den ausgewerteten Indikatorensystemen verwendeten Indikatoren mit Flächenbezug/Flächenrelevanz ist erheblich. Zum Teil werden auch identische oder sehr ähnliche Indikatoren verwendet. Um einen Überblick als Basis der weiteren Arbeit zu erhalten, ist daher eine synoptische Betrachtung erforderlich, die

eine Zusammenfassung der Indikatoren nach verschiedenen Kriterien beinhaltet. Als Kriterien dienen: (1) Thematischer Bezug des Indikators entsprechend der Kategorisierung flächenpolitischer Ziele, (2) Zuordnung zu räumlich-administrativen Ebenen (Bund, Land, Region, Kreis¹⁵, Kommune).

Zu berücksichtigen ist, dass die ausgewerteten Indikatorensysteme, was die praktische Anwendung betrifft, sehr unterschiedlich weit fortgeschritten sind. Teilweise handelt es sich lediglich um konzeptionelle oder stark wissenschaftlich geprägte Vorschläge. Die Nennung eines Indikators bedeutet somit noch nicht, dass der Indikator, etwa hinsichtlich der Datenverfügbarkeit, auch realisierbar ist.

Systematisierung der Indikatoren

Im Folgenden werden die in der Praxis bereits angewandten Indikatoren den in Kapitel 2 identifizierten flächenpolitischen und systematisierten Zielen entsprechend der vier Zielkategorien Reduktionsziele, Erhaltungs- und Schutzziele, Raumstrukturelle Ziele, Nutzungseffizienzziele zugeordnet. Keine Zuordnung erfolgt zu den beiden übergeordneten Zielen, da sich hier im Prinzip alle Indikatoren einordnen ließen.

Grundlage der folgenden Darstellung bilden somit insgesamt 44 Indikatorensysteme, die sich folgendermaßen auf die einzelnen politisch-administrativen Ebenen verteilen:

Bund:	3
Land:	7
Region:	7
Kreis:	2
Kommune:	25

Indikatoren zu Reduktionszielen

- Ziel: Reduzierung der Flächeninanspruchnahme (RZ 1)

Am weitesten verbreitet und in fast allen Indikatorensystemen auf allen Ebenen zu finden sind Indikatoren, die Auskunft über Größe und Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) an der Gesamtfläche geben. Teilweise werden Siedlungs- und Verkehrsflächen getrennt ausgewiesen. Häufig wird neben der Angabe des aktuellen SuV-Bestands auch dessen jährliche Veränderung angegeben. Beispiele sind Indikatoren wie Anteil der SuV an der Gesamtfläche, Ver-

änderungsrate der SuV, Bodenfläche nach Nutzungsarten (enthält Höhe und Anteil der SuV). Teilweise werden die Indikatoren auch auf die Einwohnerzahl oder andere Bezugswerte bezogen und bilden damit auch Nutzungseffizienzeigenschaften ab (s. Zielkategorie Nutzungseffizienzziele). Als Datengrundlage fungiert zumeist die Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung.

- Ziel: Reduzierung weiterer Versiegelung / des Versiegelungsgrades (RZ 2)

Indikatoren, die Angaben zur Versiegelung treffen, finden sich nur jeweils einmal auf Bundes- und Landesebene, zweimal auf regionaler und insgesamt sechsmal auf kommunaler Ebene. Einschränkung ist festzustellen, dass der Indikator in den Systemen nicht realisiert wird, bzw. als Näherungswert wiederum die SuV (z. T. abzüglich der Erholungs- und Friedhofsflächen) herangezogen wird. Dies verweist auf die schwierige Datenlage. Perspektivisch ist darauf hinzuweisen, dass derzeit auf Bundes- und Länderebene daran gearbeitet wird, den UMK-Indikator Flächenverbrauch dahingehend fortzuentwickeln, dass künftig auch Angaben zum Versiegelungsgrad möglich sind.

Beispiele: Bodenversiegelung, Veränderung der Bodenversiegelung, Anteil versiegelter Fläche an der SuV. Teilweise werden die Indikatoren auf die Einwohnerzahl bezogen und bilden damit auch Nutzungseffizienzeigenschaften ab (siehe Zielkategorie Nutzungseffizienzziele).

- Ziel: Entsiegelung, Rückbau nicht mehr benötigter Bauflächen (RZ 3)

Entsiegelungsindikatoren finden sich lediglich einmal auf Bundesebene (Erprobung der CSD-Nachhaltigkeitsindikatoren für Deutschland) und zweimal auf Landesebene (Schleswig-Holstein, NRW). De facto konnten sie bisher aber nicht erhoben werden. Beispiele: Entsiegelte Fläche (pro Tag, auch relative in % der versiegelten Fläche).

Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen

- Ziel: Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit) (EZ 1)

Indikatoren, die direkt diesem Ziel zuzuordnen sind, finden sich lediglich je einmal auf Bundes- und regionaler, vier-

(15) Kreise werden hier gesondert dargestellt, da sie aufgrund ihrer Flächengröße eher der regionalen, administrativ-rechtlich jedoch der kommunalen Ebene zuzuordnen sind.

mal auf kommunaler Ebene. Beispiele: Neuinanspruchnahme besonders schützwürdiger Böden für Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbebezüge, Anteil von Böden mit übermäßig hohen Stoffeinträgen, Bodenverlust im Verhältnis zur Neubildungsrate. Indirekt lassen sich aus Indikatoren, die Aussagen über bestimmte Flächennutzungen (Wald, Landwirtschaft, Naturschutzflächen) treffen, zumindest teilweise Rückschlüsse auf dieses Ziel ziehen, da auf solchen Flächen Boden überwiegend erhalten oder zumindest kaum versiegelt ist (vgl. hierzu die Ausführungen zu Ziel EZ 2).

- Ziel: Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft (EZ 2)

Diesem, in sich sehr umfassenden und heterogenen (jedoch kaum irgendwo genauer eingegrenztem) Ziel, lässt sich eine ganze Reihe der in bestehenden Indikatorensystemen zu findenden Indikatoren zuordnen. Sie finden sich auf allen politisch-administrativen Ebenen (Bund: 2x, Land: 3x, Region: 2x, Kommune: 23x). Darüber hinaus ließen sich dem Ziel auch die Indikatoren des Ziels EZ 4 zuordnen, die aber gesondert ausgewiesen werden.

Am häufigsten Verwendung finden folgende Indikatoren(gruppen):

a) Indikatoren zur Ausstattung mit Freiraum, Grünflächen, Erholungsflächen, die den „Durchgrünungsgrad“ des Siedlungsbereichs thematisieren (insg. 19x). Diese Indikatoren umfassen unterschiedliche Messzahlen, die z. T. auf die Zahl der Einwohner bezogen sind. Beispiele: Öffentliche Grünanlagen, Versorgungsgrad der EW mit wohnungsnahen, begrünten Erholungsflächen in %; m² Erholungsfläche je Einwohner, Verhältnis der Erholungsfläche zu bebauten Flächen, Anteil der Bevölkerung, der in 15 Minuten zu Fuß öffentliche Grünflächen erreichen kann.

b) Bodenfläche nach Nutzungsarten bzw. Veränderung der Bodennutzung (insg. 8x).

- Ziel: Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume (EZ 3)

Hierzu finden sich Indikatoren, die Anzahl oder Flächenanteil größerer unzerschnittener verkehrsarmer Räume (UZVR) angeben. Sie finden sich nicht

auf kommunaler, sondern v. a. auf Bundes-, Landes- und Regionsebene. Auf Bundes- und Landesebene liegen hier zum Teil bereits entsprechende Berechnungen, mit z.T. unterschiedlichen Flächengrößen, vor. Der Indikator ist Kernindikator der Umweltministerkonferenz (LIKI-Indikator)

- Ziel: Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen (EZ 4)

Indikatoren zu naturschutzfachlich bedeutsamen Flächen finden sich häufig und durchgängig über alle Ebenen hinweg (insg. 33x). In der Regel handelt es sich um Flächen, die rechtlich entsprechend BNatSchG gesichert oder amtlich erfasst (Biotopkartierung) sind. Auffällig ist dabei, dass sich offensichtlich bisher keine einheitlichen Konventionen darüber entwickelt haben, welche Schutzgebietskategorien bzw. Flächen hier zu berücksichtigen sind (z. B. Großschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, kartierte Biotope, Naturdenkmale, FFH-Gebiete etc.). Entsprechend finden sich diese in den einzelnen Indikatoren in verschiedensten Kombinationen wieder.

Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen

- Ziel: Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung (SZ 1)

Über dieses Ziel geben auch die Indikatoren zu den Zielen SZ 2 und SZ 3 Auskunft, da diese beiden Ziele das sehr breite Ziel SZ 1 in Teilbereichen konkretisieren. Indikatoren, die darüber hinausgehen und somit ausschließlich dem Ziel SZ 1 zuzuordnen sind, finden sich nur sehr vereinzelt (Bund 1x, Regionen 3x): Bevölkerungsanteil in städtischen Gebieten, Zersiedelungstendenzen (Entwicklung Bevölkerung und SuV in Ober- und Mittelzentren), Anbindung ans nächste Oberzentrum).

- Ziel: Nachverdichtung und Innenentwicklung (SZ 2)

Indikatoren zu diesem Ziel bilden neben Struktur-/Lageeigenschaften auch Mengen- und Güteeigenschaften ab, da durch Nachverdichtung die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für SuV minimiert wird und zumindest näherungsweise (Ausnahme bei Beanspruchung

bedeutsamer innerörtlicher Grün- und Erholungsflächen) davon ausgegangen werden kann, dass ggf. in Anspruch genommene Flächen von geringerer Bedeutung sind als solche auf der „Grünen Wiese“.

Da das nachfolgende Ziel SZ 3 einen Teilbereich des Ziels SZ 2 konkretisiert, sind auch die dort genannten Indikatoren für dieses von Bedeutung. Es fällt jedoch auf, dass sich darüber hinausgehende Indikatoren, die ausschließlich dem Ziel SZ 2 zuzuordnen sind, lediglich auf kommunaler Ebene finden (7 Indikatoren). Den Schwerpunkt bilden Indikatoren zur Innen- und Außenentwicklung (4x) sowie zur Baulandmobilisierung (2x). Die Indikatoren unterscheiden nicht zwischen verschiedenen Möglichkeiten der Nachverdichtung, wie z. B. Branchenrevitalisierung, Gebäudeausbau, Schließung von Baulücken.

Darauf hinzuweisen ist, dass Innenentwicklung und ausreichende innerörtliche Grünversorgung in Konflikt zueinander stehen (können) und sich die jeweiligen Indikatoren hierzu ergänzen und gemeinsam betrachtet werden müssen.

- Ziel: Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen (SZ 3)

Die Indikatoren stellen vornehmlich auf die Zahl innerörtlicher Brachflächen und deren Wiedernutzung ab, vereinzelt auch auf Gebäuderecycling und sind relativ homogen formuliert. Sie finden sich insgesamt zehnmal durchgängig über alle Ebenen. Ebenso wie bei Ziel SZ 2 werden auch hier Mengen-, Güte- und Struktur-/Lageeigenschaften abgebildet, darüber hinaus auch Effizienzeigenschaften, da in der Regel davon auszugehen ist, dass bei Flächenrecycling auf vorhandene Infrastruktursysteme zurückgegriffen werden kann und solche nicht neu zur Verfügung gestellt werden müssen. Beispiele: Wiedernutzung von Brachflächen als Anteil an der SuV, Gesamtanzahl Brachflächen, differenziert nach Anteil/Art der Revitalisierung, Siedlungsflächen- und Gebäuderecycling. Wegen der mangelhaften Datengrundlagen sind solche Indikatoren bisher allerdings kaum realisiert, d. h. erhoben worden.

- Ziel: Nutzungsmischung im Siedlungsbereich (SZ 4)

Versteht man, was in der Fachdiskussion i. d. R. der Fall ist, unter Nutzungsmischung eine Verzahnung der Funktionen Wohnen, Arbeiten und Freizeit im Siedlungsbereich, finden sich hierzu keinerlei Indikatoren. Indirekt können Indikatoren zur innerörtlichen Freiraumverfügbarkeit auch hierüber Auskunft geben (vgl. Ziel E 2). Für die Erstellung des Indikatorensets für das Nachhaltigkeitsbarometer wird dieses Ziel nicht weiter betrachtet, da es erstens vor allem für die kommunale Ebene von Bedeutung ist und zweitens auch dort schwer erhebbar ist.

- Ziel: Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen (SZ 5)

Die Indikatoren, die sich diesem Ziel zuordnen lassen, finden sich lediglich auf regionaler (2x) und kommunaler Ebene (8x). Sie thematisieren in erster Linie die Nähe bzw. Erreichbarkeit der nächsten ÖPNV-Haltestelle für Wohngebiete oder Einwohner. Beispiele sind der Bevölkerungsanteil im 45-Minuten-Individualverkehr-Einzugsbereich der Oberzentren, Anteil wohnbaulich genutzter Flächen im fußläufigen Einzugsbereich von ÖPNV-Haltestellen oder der Anteil ÖPNV-erschlossener Flächen des Stadtgebiets. Indikatoren zur leitungsgebundenen technischen Infrastruktur (Wasser, Abwasser, Energie) bzw. zur sozialen Infrastruktur (Schulen, Kindergärten, Gesundheitsversorgung) finden sich nicht.

- Ziel: Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen (SZ 6)

Über die räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen geben Indikatoren indirekt Auskunft, die auf eine Abbildung der Fragmentierung des offenen Landschaftsraumes, insbesondere der Landschaftszerschneidung zielen, wie etwa die „effektive Maschenweite“ des außerörtlichen Verkehrsnetzes oder die Netzdichte von Straßen und Bahnstrecken. Auf Bundes- und Landesebene liegen zum Teil Berechnungen der effektiven Maschenweite vor, der Indikator ist zudem ein von der Umweltministerkonferenz beschlossener Indikator („LIKI-Indikator“).

Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen

In dieser Zielkategorie werden ausschließlich Effizienzeigenschaften abgebildet, in

die als Berechnungsgrundlage jedoch immer flächenbezogene Mengeneigenschaften (Gesamtfläche, SuV, Wohnbaufläche etc.) einfließen.

- Ziel: Intensivierung der Flächennutzung (NZ 1)

Zu diesem Ziel finden sich 33 Indikatoren auf allen Ebenen. Die hohe Zahl ergibt sich daraus, dass Indikatoren, die die SuV ins Verhältnis zur Einwohnerzahl setzen (Siedlungsdichte) in einem guten Dutzend Indikatorensystemen anzutreffen sind. Einen weiteren Schwerpunkt bildet der Indikator Wohnfläche pro Einwohner (8x). Darüber hinaus finden sich Indikatoren wie Wohnbaugrundstücksfläche/EW, Wohnsiedlungsfläche/EW, GFZ in Baugebieten, Verhältnis Wohnfertigstellung im Ein- und Mehrfamilienhausbau.

- Ziel: Höhere ökonomische Produktivität der Flächennutzung/Flächeninanspruchnahme (NZ 2)

Über eine höhere ökonomische Produktivität der Flächennutzung/Flächeninanspruchnahme (Flächenproduktivität) im Sinne einer höheren Wertschöpfung je Einheit eingesetzte Fläche geben nur wenige Indikatoren (insg. 6) Auskunft, die die Gesamtfläche, die SuV oder die Wohnfläche SuV ins Verhältnis zur Zahl der Arbeitsplätze, dem Bruttoinlandsprodukt oder den kommunalen Einkommenssteuereinnahmen setzen.

Sonstige Indikatoren

Flächenbezogene Indikatoren, die sich nicht den identifizierten flächenpolitischen Zielen zuordnen lassen, lassen sich in drei größere thematisch einheitliche Blöcke und einen Block „Sonstiges“ zuordnen. All diese Indikatoren weisen zwar einen starken Flächenbezug auf und thematisieren einzelne Aspekte einer nachhaltigen Flächennutzung, sie sind jedoch aufgrund des inhaltlichen Fokus auf urbane Nutzungsansprüche für die Konzeption des Nachhaltigkeitsbarometers nicht von Relevanz.

- Landwirtschaft

Relativ viele Indikatorensysteme und Indikatoren (insg. 16) auf allen Ebenen thematisieren Fragen des ökologischen Landbaus bzw. extensiver landwirtschaftlicher Bewirtschaftung und deren Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche.

- Forstwirtschaft

Gegenstand der drei hier anzutreffenden Indikatoren ist der Anteil naturnah bewirtschafteter bzw. zertifizierter forstwirtschaftlicher Flächen an allen forstwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen. Ein Indikator erfasst die Größe der Waldfläche.

- Lärm

Auf Landes- und kommunaler Ebene thematisieren 8 Indikatoren die Beeinträchtigung der Bevölkerung durch Verkehrslärm.

- Sonstiges

Hierunter fallen u. a. in jeweils sehr geringer Zahl Indikatoren zur Rekultivierung von Bergbaulandschaften, zur extensiven Grünflächenpflege oder zum ökologischen Fußabdruck.

Verwendung der Indikatoren auf unterschiedlichen politischen Ebenen

Bundesebene

Zentraler Indikator auf Bundesebene ist der Indikator „Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ (in ha/Tag), der in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie Anwendung findet. Daneben liegen Indikatorenerfahrungen bzw. -vorschläge aus der Erprobung der CSD-Indikatoren sowie eines F+E-Vorhabens des Umweltbundesamtes „Entwicklung von Schlüsselindikatoren für eine Nachhaltige Entwicklung“ vor. Ergänzend wurden in der Auswertung die so genannten „UMK-Indikatoren“ bzw. „LIKI-Indikatoren“ berücksichtigt, die jedoch insbesondere für die Landesebene bedeutsam sind (s. Näheres dort). Die Analyse des „MONET-Monitoring Nachhaltiger Entwicklung“ aus der Schweiz brachte keine wesentlichen über die Auswertung der o. g. Systeme hinausgehenden Erkenntnisse.

Drei thematische Schwerpunkte sind festzustellen:

- Indikatoren zu Anteil bzw. Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche, z. T. bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt oder die Anzahl der Arbeitsplätze, sodass hierdurch auch Effizienzigenschaften gemessen werden,
- Indikatoren zu sonstigen Flächennutzungen, wobei hier in erster Linie naturschutzfachlich bedeutsame Flächen

sowie der Anteil des ökologischen Landbaus thematisiert werden und

- Indikatoren zu unzerschnittenen verkehrsarmen Räumen.

Einzelne Indikatoren finden sich zur gesamten Flächennutzung, zu Wohnfläche, zu Erholungs- und Siedlungsflächen, zu Versiegelung, zu Brachflächenrevitalisierung und zu Entsiegelung.

Landesebene

Von besonderer Bedeutung für Landesebene sind aufgrund ihrer länderübergreifenden Entwicklung und Abstimmung sowie der Verabschiedung durch die Umweltministerkonferenz die so genannten UMK-Indikatoren (LIKI 2005), die im Auftrag des Bund-Länder-Arbeitskreises Nachhaltige Entwicklung (BLAK-NE) durch die „Länderinitiative für einen länderübergreifenden Kernindikatorensatz“ (LIKI) entwickelt wurden. Die UMK empfiehlt den Ländern deren Einsatz. Aufgrund ihrer Bedeutung sind sie hier im Einzelnen aufgeführt:

- Flächenverbrauch (UMK-Indikator Nr. 06)¹⁶
 - a) Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen (ha/d)
 - b) Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Landesfläche (%)
- Landschaftszerschneidung (UMK-Indikator Nr. 10)
 - a) Anteil UZVR (unzerschnittene verkehrsarme Räume) über 100 km² an der Landesfläche
 - b) effektive Maschenweite m_{eff} in km²
- Erholungsflächen in Agglomerations- und verdichteten Räumen (UMK-Indikator Nr. 17)

Anteil der Erholungs- und Friedhofsfläche in % an den SuV in Agglomerationsräumen und verdichteten Räumen
- Naturschutzflächen (UMK-Indikator Nr. 22)

Anteil der bundeseinheitlich streng geschützten Gebiete des Naturschutzes an der Landesfläche (%)

Über die UMK-Indikatoren hinaus haben die Länder Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen (NRW), Saarland, Sachsen und Schleswig-Holstein im Rahmen ihrer Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsberichterstattung Indikatoren vorgeschlagen bzw. in Anwendung. Die Indikatoren in NRW sind am stärksten differenziert, allerdings han-

delt es sich hierbei bisher lediglich um Vorschläge von Arbeitsgruppen im Rahmen der „Agenda 21 NRW“. Baden-Württemberg hatte zwei indikatorenbasierte Statusberichte zur nachhaltigen Entwicklung vorgelegt (TA-Akademie 1997, 2000), die allerdings nicht weiter verfolgt werden. In Rheinland-Pfalz wird derzeit eine Nachhaltigkeitsstrategie erarbeitet, die Indikatoren enthält. Veröffentlichte Zwischenergebnisse hierzu liegen nicht vor.

Der Indikatoreneinsatz auf Landesebene weist einen hohen Übereinstimmungsgrad mit den auf Bundesebene diskutierten Indikatoren auf. Dies betrifft die Nennung von „Standardindikatoren“ wie den Anteil / die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie den Anteil von Naturschutzflächen oder ökologisch bewirtschafteten Agrarflächen.

Die Indikatorensysteme in NRW und Schleswig-Holstein beinhalten jeweils Indikatoren zu Flächenver- bzw. -entsiegelung und zur Branchenrevitalisierung. Jeweils einmal finden sich Indikatoren zur Wohnbaugrundstücksfläche, zu Nachverdichtung und zur Landschaftszerschneidung.

Regionale Ebene

Als regionale Ebene werden bei der Auswertung der Indikatorensysteme räumlich-administrative Einheiten zwischen der Ebene der Landkreise und der Landesebene verstanden. Da regionale Flächenkontingentierungen und ein regionales Flächencontrolling nur innerhalb von Regionen durchgeführt werden können, in denen regionale administrative Strukturen und politische Entscheidungsträger vorhanden sind, wird die regionale Ebene im Rahmen des Vorhabens in der Regel mit der Ebene der Regionalplanung und/bzw. der Bezirksregierungen identisch sein.

Auf dieser Ebene finden sich bis dato sehr wenig Indikatorensysteme, die v. a. in der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis entstanden, bisher aber nicht fortgeschrieben wurden (z. B. Brückner et al. 2001, Finke et al. 2001, Ismaier 2000, Majer 1996). Auch die Indikatoren des BBR für eine nachhaltige Raumentwicklung (BBR 2002) wurden hier berücksichtigt.

Wie auf Bundes- und Landesebene dominieren auch auf der regionalen Ebene

- Indikatoren zu Anteil und Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche,

(16) Derzeit sind Bemühungen im Gange, den Indikator so weiter zu entwickeln, dass zusätzlich die Netto-Versiegelung angegeben wird.

- Indikatoren zu sonstigen Flächennutzungen, darunter auch hier Naturschutzflächen sowie Flächen für den ökologischen Landbau.

In etwa gleicher Stärke finden sich aber auch Indikatoren zu Nachverdichtung und Brachen, sowie zu Zerschneidung. Darüber hinaus werden vereinzelt die Themen Wohnfläche, Bodenversiegelung, Freiraumversorgung, Bodenqualität und ÖPNV-Erreichbarkeit erfasst.

Kreisebene

Die Kreisebene nimmt eine Zwitterstellung zwischen regionaler und kommunaler Ebene ein. Bezogen auf die Flächenausdehnung ist sie i. d. R. bereits der regionalen Ebene zuzuordnen, administrativ-rechtlich der kommunalen Ebene, da ihre administrativen Zuständigkeiten jenen der kreisfreien Städte entsprechen. Die Kreisebene wurde daher am Beispiel von zwei Indikatorenssystemen gesondert analysiert. Abgedeckt wird dabei ein Spektrum an Indikatoren, die den Zielen RZ 1 (Reduzierung der Flächeninanspruchnahme), EZ 2 (Erhaltung von unbebauten Flächen und Freiräumen), EZ 4 (Erhaltung Naturschutzflächen), SZ 3 (Wiedernutzung Brachflächen) sowie NZ 1 (Intensivierung der Flächennutzung) zuzuordnen ist.

Kommunale Ebene

Für kreisfreie Städte und kreisangehörige Gemeinden existiert mittlerweile eine Vielzahl an Umwelt- und vor allem Nachhaltigkeitsindikatorensystemen, von denen die meisten bereits in der Anwendung sind (eine Übersicht bieten Heiland et al. 2003). Entsprechend finden sich für die kommunale Ebene zumindest vereinzelt Indikatoren zu allen oben genannten Indikatorengruppen. Ausnahmen bilden lediglich die Entsiegelung, die Bodenqualität sowie die Zerschneidungswirkungen. Gerade Indikatoren zur Zerschneidung großräumiger bisher unzerschnittener Landschaftsräume machen aber auf dieser Ebene – sieht man ggf. von den Landkreisen ab – wenig Sinn. Indikatoren zur Zerschneidung kleinflächiger Freiräume am Siedlungsrand könnten hier hingegen durchaus wichtige Aussagen liefern.

Die thematischen Schwerpunkte auf kommunaler Ebene liegen auf

- Indikatoren zu Anteil bzw. Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche

- Indikatoren zu sonstigen Flächennutzungen, darunter auch hier v. a. Naturschutzflächen sowie Flächen für ökologischen Landbau.

Daneben kommen noch relativ häufig (aber in deutlich weniger als der Hälfte der untersuchten Systeme) vor. Beispielfhaft genannt seien Indikatoren zur Flächennutzung – Gesamt (z. B. Bodenfläche nach Nutzungsarten), Indikatoren zur Wohnfläche und Indikatoren zum Umfang der versiegelten Fläche.

Gesamtbetrachtung

Als wesentliche Ergebnisse der Analyse von Indikatorenssystemen sind festzuhalten:

- Zu fast allen identifizierten flächenpolitischen Zielen liegen Indikatoren vor. Ausnahmen bilden die Ziele SZ 4 (Nutzungsmischung im Siedlungsbereich) und SZ 6 (Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen). Sehr unterschiedlich ist zudem die Zahl der jeweiligen Indikatoren bzw. der Indikatorensysteme, in denen diese verwendet werden. Über alle räumlich-administrativen Ebenen hinweg zahlenmäßig gut durch Indikatoren abgedeckt sind die Ziele RZ 1 (Reduzierung der Flächeninanspruchnahme), EZ 2 (Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft), EZ 3 (Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume), EZ 4 (Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen), SZ 3 (Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen) sowie NZ 1 (Intensivierung der Flächennutzung).
- Die Existenz von Indikatoren darf nicht per se mit ihrer Anwendbarkeit bzw. Erhebbarkeit verwechselt werden. Dies gilt für das Ziel SZ 3, das zwar durch Indikatoren gut abgedeckt ist, deren Erhebung aufgrund kaum vorhandener Daten Grundlagen jedoch schwierig ist. Gleiches gilt für die Ziele RZ 2 (Reduzierung der Versiegelung) und RZ 3 (Entsiegelung), die auch quantitativ nur schwach mit Indikatoren unteretzt sind.
- Die überwiegende Zahl von Indikatoren fokussiert auf quantitative Eigenschaften der (Siedlungs-)Flächennutzung. Das betrifft vor allem Angaben zum Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche. Teilweise wird die SuV-Fläche in Beziehung gesetzt zu an-

deren Größen, wie der Einwohnerzahl, dem Bruttoinlandsprodukt oder der Anzahl der Arbeitsplätze, wodurch auch Nutzungseffizienzeigenschaften abgebildet werden können. Die Konzentration auf quantitative Eigenschaften dürfte darin begründet liegen, dass sich bisherige Indikatorensysteme stark an der Verfügbarkeit statistischer Daten orientieren, die weniger in der Lage sind, andere Eigenschaften, insbesondere nutzungsstruktureller Art abzubilden.

- Zum Teil können in den Indikatorensystemen auch Messgrößen angetroffen werden, die sich auf qualitative Eigenschaften der Flächennutzung beziehen. Dabei handelt es sich vor allem um (für das Nachhaltigkeitsbarometer nur teilweise relevante) Indikatoren zur Quantität und Qualität landschaftlicher Ressourcen (z. B. Waldversorgung, Naturschutzflächen, landwirtschaftliche Flächen mit ökologischem Anbau).
- Schwach vertreten sind Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen bzw. entsprechenden Eigenschaften der Flächennutzung. Indikatoren, die Formeigenschaften des Nutzungsmusters (Zersiedelung, Urban Sprawl) abbilden, sind in den meisten Indikatorensystemen bislang nicht enthalten. Ausnahmen betreffen die Landschaftszerschneidung und die standörtliche Differenzierung des Siedlungsflächenwachstums nach Innen- und Außenentwicklung. Weitgehend offen bleibt, mit welchen Daten die entsprechenden Messgrößen abgeleitet werden können. Zu vermuten ist daher, dass diesbezügliche Indikatoren in der politischen und planerischen Praxis bisher wenig Resonanz gefunden haben.

3.3 Indikatorenkonzept für das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche

Einleitung

Vorgehensweise

In diesem Kapitel wird das entwickelte Indikatorenkonzept, gegliedert nach den in Kapitel 2 identifizierten Kategorien flächenpolitischer Ziele, vorgestellt. Dieses orientiert sich an grundsätzlichen konzeptionellen Erwägungen und fachlichen Erfordernissen, bezieht aber auch die Frage der praktischen Anwendbarkeit der Indikato-

ren etwa hinsichtlich der Verfügbarkeit erforderlicher Basisdaten oder der Generierbarkeit mit GIS-Operationen ein. Eine systematische Darstellung der Datengrundlagen und Messverfahren für jede hier als Kern- oder Ergänzungsindikator kategorisierte Messgröße enthalten die nachfolgenden Ausführungen.

Zu jeder Indikatorengruppe erfolgt zunächst eine ausführliche Diskussion des wissenschaftlichen Hintergrunds. Zu fragen ist hier nach dem Stand der Indikatoren Diskussion und der Abbildungsleistung bislang diskutierter Messgrößen. Dies erfolgt durch eine breite Auswertung deutsch- und englischsprachiger Literatur. In einem zweiten Abschnitt werden generelle Fragen der Erhebbarkeit angesprochen, bevor die vorgeschlagenen Kern- und Ergänzungsindikatoren vorgestellt werden. Hier erfolgen auch Ausführungen zu methodischen Aspekten der Indikatorenerhebung sowie zu den Ergebnissen der durchgeführten empirischen Erhebungen.

In Kapitel 2 wurden die in Deutschland diskutierten bzw. rechtlich und politisch-programmatisch festgelegten flächenpolitischen Ziele zusammengefasst zu Reduktionszielen, Erhaltungs- und Schutzzielen, nutzungsstrukturellen Zielen und Nutzungseffizienzzielen. Da die Konzeption des Nachhaltigkeitsbarometers eine Entsprechung von Zielen und Indikatoren vorsieht, erfolgt die folgende Darstellung ebenfalls anhand dieser Kategorisierung.

Indikatorenbegriff

Ein Indikator ist ein Hilfsmittel, der das Erreichen oder die Veränderung eines Zustandes anzeigt. Seine Verwendung ist äußerst vielfältig und reicht hinsichtlich seines Konkretheitsgrades von der Angabe der Maßzahl bzw. einer „Messanleitung“ bis hin zu sehr offenen Benennungen von „Themenfeldern“ wie bspw. „Flächennutzung“, die zudem noch normativ angereichert sein können (z. B. „Nachhaltige Flächennutzung“) (Heiland et al. 2003, S. 59 f.).

Kromrey (2000, S. 88) definiert Indikatoren als „beobachtbare Hinweise, d. h. direkt erfahrbare Sachverhalte, auf ein in seiner Allgemeinheit oder Abstraktheit nicht unmittelbar beobachtbares Phänomen“. Hingegen versteht Born (1997, S. 25) einen Indikator als „Messgröße, die Informationen über ein bestimmtes Phänomen gibt, wobei sie Informationen gezielt zusammenfassen

kann, um eine bestimmte Bewertung zu erleichtern“. Der Unterschied zwischen beiden Definitionen besteht darin, dass Born den Begriff Indikator als zu quantifizierende Messgröße versteht, während Kromrey lediglich von beobachtbaren Hinweisen spricht, die auch qualitativer Art sein können. Im „Leitfaden Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21“ (FEST 2000) werden Indikatoren als „Mess- oder Kenngrößen für die Bewertung und Trendbeschreibung“ verstanden. Damit kommt zum Ausdruck, dass Indikatoren sowohl deskriptiv als auch normativ sein können.

Vor dem Problem einer eindeutigen Definition des Indikatorenbegriffs steht auch die Entwicklung eines Indikatorensets für das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers werden Indikatoren als in sich wertfreie, deskriptive Messgrößen verstanden, die erst unter Bezug auf die in Kapitel 2 identifizierten flächenpolitischen Ziele eine bewertende Aussage ermöglichen.

Dabei ist der Anforderung Rechnung zu tragen, dass die Indikatoren sprachlich so gefasst sein müssen, dass sie politisch „transportierbar“, somit eingängig und verständlich sind. Deshalb wird unterschieden zwischen zwei Indikatorenbegriffen:

- **Indikator – Kurzbezeichnung:** Die Indikatorenbezeichnung vermittelt in Kurzform den Inhalt bzw. den Beschreibungsgegenstand des Indikators. Beispiele hierfür sind etwa a) „Flächeninanspruchnahme“ oder b) „Unzerschnittene Räume“.
- **Indikator – Kennzahl:** Hier wird (i. d. R) eine quantitative, reproduzierbare und objektive Größe benannt, mit deren Hilfe der Indikator berechnet wird, z. B. a) „Anteil der SuV-Fläche an der Gesamtfläche in %“ oder b) „Anteil unzerschnittener Räume (UZVR) >100 km² an der Gesamtfläche in %“.

Des Weiteren werden im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers **Kernindikatoren und Ergänzungsindikatoren** unterschieden, da sich das Nachhaltigkeitsbarometer aus Praktikabilitäts- und Akzeptanzgründen auf möglichst wenige leicht verständliche Indikatoren beschränken sollte. Andererseits muss das Nachhaltigkeitsbarometer fachlichen Notwendigkeiten gerecht werden und darf wesentliche Aspekte der Flächenproblematik nicht außer Acht lassen. Daher wurden aus der Vielzahl mög-

licher Indikatoren 18 Kernindikatoren ausgewählt, die erstens in die Bilanzierung des Nachhaltigkeitsbarometers einfließen und zweitens der politischen Vermittlung dienen. Zu berücksichtigen ist dabei auch die Datenverfügbarkeit. Ergänzungsindikatoren liefern weitergehende Informationen.

Kriterien der Indikatorenauswahl

Die Indikatoren im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers haben in erster Linie die Funktion, Aufschluss über den Zustand und die Veränderung des Flächennutzungsmusters zu geben und zwar vor allem in Hinblick auf die in Kapitel 2 identifizierten flächenpolitischen Ziele. Sie haben somit in erster Linie Informationsfunktion. Darüber hinaus soll das Nachhaltigkeitsbarometer dazu beitragen, Bewusstsein für die Problematik von Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme zu schaffen. Um diesen Funktionen gerecht zu werden, müssen Indikatoren verschiedene Voraussetzungen erfüllen. Solche sind in der Literatur vielfach genannt, wenngleich meist unterschiedlich kategorisiert.

Wesentliche Anforderungen an Indikatoren sind demzufolge (vgl. Heiland et al. 2003, S. 179 f.):

- Wissenschaftlich korrekte Ableitung und Darstellung der Indikatoren
(Repräsentanz, Aussagekraft, Verlässlichkeit etc.)
- Messbarkeit, Quantifizierbarkeit
- Zeitliche Sensitivität und Darstellbarkeit
- Nachvollziehbarkeit, Verständlichkeit, Anschaulichkeit, einfache Interpretierbarkeit
- Geringer Arbeitsaufwand und Praktikabilität
- Datenverfügbarkeit (durch Rückgriff auf vorhandene Daten)
- Ziel-, Problem- und Handlungsbezug

Entsprechend müssen alle Indikatoren des Nachhaltigkeitsbarometers folgende Kriterien erfüllen:

- Bezug zu den identifizierten flächenpolitischen Zielen
- Wissenschaftlich korrekte Ableitung und Darstellbarkeit (Repräsentanz, Aussagekraft, Verlässlichkeit etc.)
- Anwendbarkeit in Abhängigkeit von der Maßstabsebene

Für die Auswahl der Kernindikatoren kommen folgende Kriterien hinzu:

a) auf der Ebene des gesamten Indikatorensets

- Begrenzte Anzahl (maximal 20)
- (gleichmäßige) Abdeckung der identifizierten flächenpolitischen Ziele bzw. Zielkategorien
- Ausgewogenes Verhältnis Nutzungsmuster – Nutzungsänderung

b) auf der Ebene der Einzelindikatoren

- Relevanz für den jeweiligen Bezugsraum (Region, Land, Bund)
- Datenverfügbarkeit und Realisierbarkeit
- Politische Handlungsrelevanz
- Kommunizierbarkeit, Allgemeinverständlichkeit

Dabei müssen nicht alle Kriterien vollständig erfüllt sein.

Werthaltigkeit der Indikatorenauswahl

Wie bereits darauf hingewiesen wurde (S. 47 f.), sind Indikatoren wertfreie Messgrößen, die erst durch einen Bezug auf Ziele eine Bewertung des Zielerreichungsgrades ermöglichen. Diese Voraussetzung ist für alle Indikatoren, die im Nachhaltigkeitsbarometer Fläche Anwendung finden, gewährleistet. Zugleich dienen Indikatoren aber dazu, Komplexität zu reduzieren, d. h. sie erfassen den jeweiligen Beschreibungsgegenstand nicht umfassend und in allen Einzelheiten, sondern lediglich in einem Punkt, der für den Beschreibungsgegenstand möglichst kennzeichnend sein sollte (Kriterium Aussagekraft des Indikators). Diese den Indikatoren inhärente Eigenschaft führt dazu, dass die Indikatorenauswahl selbst zu einem wertenden Vorgang wird. Je nachdem, welche Indikatoren man verwendet, stellt man andere Aspekte des zugrunde liegenden Ziels in den Vordergrund und bringt sie in die Bilanzierung ein.

Beispiel: Dem Ziel EZ 1 „Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit)“ sind als Messgrößen die Indikatoren „Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit“ und „Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit“ zugeordnet. Damit geht aber lediglich die Bedeutung von Böden für die landwirtschaftliche Produktion in die Bewertung ein, jedoch nicht ihre Bedeutung

etwa für Wasserhaushalt und Hochwasserschutz, für den Naturschutz oder als kulturgeschichtliches Zeugnis oder Denkmal. Zudem ließe sich argumentieren, dass alle funktionsfähigen Böden schützenswert sind. Würde man nicht die landwirtschaftliche Bedeutung, sondern einen der anderen Aspekte in den Indikator einfließen lassen, so ergäbe sich möglicherweise ein völlig anderes Ergebnis. Diese Problematik, die am Ziel EZ 1 am deutlichsten zum Ausdruck kommt, lässt sich niemals völlig vermeiden, insbesondere nicht innerhalb eines Indikatorensets, das den Anspruch auf Übersichtlichkeit und politische Vermittelbarkeit erhebt. Sie wird im Fall des Zieles EZ 1 gemindert dadurch, dass sich die nicht durch den Indikator abgebildeten Aspekte zumindest teilweise in Indikatoren zu anderen Zielen wieder finden: die Schutzwürdigkeit aller Böden in Indikatoren zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und Versiegelung, die naturschutzfachliche Bedeutung von Böden in Indikatoren zum Ziel des Schutzes naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen. Bei anderen Zielen tritt das Problem nicht in der hier geschilderten Schärfe auf. Dennoch ist es wichtig, sich der Problematik der Abhängigkeit des Ergebnisses des Bilanzierungsverfahrens von der Indikatorenauswahl bewusst zu sein und entsprechend zu argumentieren.

Dateneinsatz und Raumbezug

Überblick über die eingesetzten Datenbestände

Der für die Realisierung des Indikatorenkonzepts verwendete Datenbestand unterteilt sich in geocodierte Daten und georeferenzierte Daten mit einem mittel- oder unmittlerbaren Bezug zur Flächennutzung. Bei den geocodierten Daten handelt es sich um gemeinde- und regionalstatistische Daten, deren Raumbezug über einen Regionalschlüssel hergestellt wird. Relevant sind hier insbesondere Daten der Flächen- oder Bautätigkeitsstatistik. Für Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen sind darüber hinaus Daten zur Bevölkerung und Wirtschaftstätigkeit aufzubereiten. Georeferenzierte Daten (hier vor allem Geobasisdaten) beschreiben die Flächennutzung mittels geographischer Koordinaten räumlich weitaus präziser als geocodierte Daten. Zu nennen sind hier vor allem die Produkte der digitalen Landestopographie (ATKIS) sowie Daten des Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK).

Vorteil der geocodierten Daten ist ihre einfache Fortschreibbarkeit. Für die meisten der für das Nachhaltigkeitsbarometer relevanten Daten können Zeitreihen seit Mitte der 1990er Jahre aufgebaut werden. Anders hingegen die Situation bei den georeferenzierten Daten: für die Geobasisdaten ALK und ATKIS DLM25 liegen bislang keine historischen Daten vor, mit denen statistisch valide Längsschnittbetrachtungen erfolgen können. In der Regel erfolgt eine Fortführung der vorhandenen Daten innerhalb des Datenbestandes. Lediglich zur Datensicherung werden ältere Datenbestände gespeichert, die jedoch in der Regel nicht oder nur sehr eingeschränkt verfügbar sind. Im Rahmen der Datenakquisition für den Indikatorrentest konnten weder von der kreisangehörigen Kommune, noch vom Landesvermessungsamt oder vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) historische Datenbestände mit einem nachvollziehbaren Aktualitätsstand zur Verfügung gestellt werden. Für die Daten des ATKIS

DLM 250 wurden die Datenbestände des Jahres 2002 vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und die aktuellen Daten (2005) vom BKG zur Verfügung gestellt. Indikatoren, die auf Nutzungsänderungen bezogen sind, konnten daher nur mit Daten aus Sondererhebungen wie z. B. den Flächennutzungsdaten des Regionalverbands Ruhr oder CORINE Land Cover realisiert werden.

Die GIS-gestützte Ermittlung der Indikatoren basiert auf den in Tabelle 6 genannten georeferenzierten Datenbeständen. Diese lassen sich weiter in Geobasisdaten und Planungsdaten klassifizieren. Geobasisdaten enthalten Vermessungs- und topographische Informationen und werden nach einheitlichen Vorgaben von den Vermessungsverwaltungen erhoben und gepflegt. Planungsdaten stellen Grundlage oder Ziele der Planung oder planerische Festsetzungen dar¹⁷ und werden in der Regel nicht nach landes- oder bundesweit abgestimmten Vorgaben erfasst. Die Realisierung des

(17)

Diese Einteilung erfolgt analog zu der Darstellung der Funktionen von Karten als Grundlagen-, Beteiligung- und Festsetzungskarten (vgl. Peter Moll 1991: In: Aufgabe und Gestaltung von Planungskarten, ARL Forschungs- und Sitzungsberichte 185, Hannover 1991, S. 5 ff.)

Tabelle 6
Eingesetzte Daten für die Realisierung der Indikatoren

	Datenbestand	Verfügbarkeit	Zeitraum
Geocodierte Daten	Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung	bundesweit, Gemeinden	1996, 2000, 2004
	Bautätigkeitsstatistik, Errichtung neuer Gebäude nach Wohn- und Nutzfläche	bundesweit, Länder	1981-2004, jährlich
	Bautätigkeitsstatistik, Errichtung neuer Gebäude nach Wohn- und Nutzfläche	NRW, Sachsen, Bayern, Kreise	1996-2004, jährlich
	Bautätigkeitsstatistik, Wohngebäude und Wohnungsbestand	bundesweit, Länder	1996-2004, jährlich
	Bevölkerungszahl	bundesweit, Gemeinden	1995, 2000, 2004
	VGR, Bruttoinlandsprodukt nominal	bundesweit, Länder	1996, 2000, 2004
Georeferenzierte Daten	ATKIS DLM 25	Sachsen, NRW: Kreis Wesel	2005
	ATKIS DLM 250	bundesweit	2002, 2005
	ALK	Stadt Kamp-Lintfort	aktuell
	CORINE Land Cover 2000	bundesweit (verfügbar auch für europäische Länder)	1990, 2000
	Bestand schutzwürdiger Landschaften (BfN 2002)	bundesweit	2002
	Bestand von Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit („Nitratstudie“, Wendland et al. 1993)	bundesweit	1993
	Bodenkarte 1 : 50 000 sowie Karte der schutzwürdigen Böden des Geologischen Dienstes NRW	Regierungsbezirk Düsseldorf	2004
	Ackerbauliches Ertragspotenzial (Bodenkonzeptkarte Sachsen)	Sachsen	2004
	Standortdaten zu den Haltepunkten des Öffentlichen Personennahverkehrs (DDS Digital Data Services GmbH)	bundesweit	2005
	Flächenhafte Darstellungen des Gebietsentwicklungsplans Düsseldorf sowie des Regionalplans Oberes Elbtal / Osterzgebirge	jeweilige Planungsgebiete	Februar 2005
	Landschafts-, Naturschutz- und Wasserschutzgebiete	Kreis Wesel, Landkreis Meißen	2005
	Schutzwürdige Biotope und die Gebiete Natura 2000 sowie weitere Schutzgebiete (RAMSAR, IBA)	NRW	2004
	Darstellungen des Flächennutzungsplanes; kommunale Satzungen	Stadt Kamp-Lintfort	
	Überschwemmungsgebiete	Kreis Wesel, Landkreis Meißen	2004
	Flächennutzungskartierung des Regionalverbandes Ruhr	Stadt Kamp-Lintfort	1995, 1997, 2000

Quelle: Eigene Darstellung

Nachhaltigkeitsbarometers basiert auf der Nutzung vorhandener Daten, die für andere Aufgaben erstellt wurden. Für die Beurteilung der Nutzbarkeit und der Aussagekraft der verwendeten Daten ist es sinnvoll, die verwendeten Datengruppen im Folgenden kurz darzustellen.

Geobasisdaten

Die im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers verwendeten Geobasisdaten umfassen zwei Landschaftsmodelle des *Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems – Digitales Landschaftsmodell* (ATKIS); das DLM 250 sowie das Basis DLM, die *Automatisierte Liegenschaftskarte* (ALK) für die Stadt Kamp-Lintfort sowie das CORINE Land Cover. Diese Datenbestände werden hinsichtlich ihres Inhaltes, der Erfassungsart, des Maßstabes und der Aktualität der Daten beschrieben.

ATKIS DLM (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem)

Das ATKIS Basis DLM dient dazu, einen digitalen topographisch-kartographischen Datenbestand aufzubauen, der sich an den Inhalten der TK 25 orientiert. Die Landschaft wird dabei in Form von Objekten beschrieben, die einer Objektart zugeordnet werden. Lagebezogen wird die Landschaft zunächst durch lineare Elemente wie Verkehrswege und Gewässer in Maschen aufgeteilt, die durch flächenhafte Elemente, wie Siedlungsflächen, Vegetationsflächen und anderen – in topographischen Karten darzustellenden – Nutzungen aufgefüllt werden (vgl. Abb. 5). Das ATKIS basiert somit auf flächen-, linien- und punktförmigen Elementen, die in Objekte eingeteilt wer-

den. Eine Differenzierung dieser Objekte erfolgt durch die Angabe von Attributen bzw. Attributwerten. Analog zu dem Basis DLM wird das DLM 250 geführt, das aus dem militärisch-topographischen Datenbestand im Maßstab 1 : 250 000 abgeleitet ist.

Das Basis DLM wird auf der Grundlage von Luftbildern und der vorliegenden DGK 5 sowie von Informationen anderer Stellen erfasst und hat eine Genauigkeit von ± 3 Metern. Es erfolgt eine regelmäßige Fortführung in einem Turnus von 5 Jahren. Dieser Datenbestand wird von den Landesvermessungsämtern nach weitgehend einheitlichen Kriterien geführt und ist in der ersten Erfassungsstufe (inhaltliche Auswahl der insgesamt zu erfassenden Objektarten) bundesweit verfügbar. Die zweite und dritte Erfassungsstufe, die eine weitere inhaltliche Ergänzung des Datenmodells durch Aufnahme neuer Objekte und eine Ergänzung der Attributwerte vorhandener Objekte zum Gegenstand hat, wird derzeit in den Ländern erfasst. Die Aktualität der im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers verwendeten Daten wird für den in NRW verwendeten Datensatz mit 2002 (Grundaktualität) – 2004 (Spitzenaktualität¹⁸) und für Sachsen mit 1997 (Grundaktualität) – 2005 (Spitzenaktualität) angegeben.

Das DLM 250 wird durch Digitalisierung des vorliegenden militärischen Kartenwerkes sowie der Einarbeitung weiterer Informationen aus anderen internationalen¹⁹ und nationalen Quellen²⁰ erfasst und hat eine Genauigkeit von ± 100 Metern. Der Datenbestand wird jährlich fortgeführt und weist für die Verkehrswege, einige Vegetationsarten sowie wasserbauliche Anlagen als

(18) Spitzenaktualität: Für einige Bereiche des Basis DLM werden Flächen in kürzerem Turnus aktualisiert, sodass es innerhalb des Datenbestandes zu unterschiedlichen Aktualitäten kommen kann.

(19) Daten aus dem Internationalen militärischen Datensatz Vector Map Level 1 der Nato sowie der Erfassung der EuroRegionalMap 250, die derzeit für Deutschland und sechs weitere europäische Länder (B, DK, F, IR/IR-N, L) erfasst wird. (Vgl. Bericht über die Tätigkeit des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie: webserver.bkg.bund.de/berichte/Bericht_2000/2.6.htm, abgerufen im Apr. 2006).

(20) ATKIS Basis DLM.

Abbildung 5
Abbildung der Objekte auf der Basis von Maschen (Straßen) und „auffüllender“ Flächen (Wälder)



Quelle: Eigene Darstellung

Aktualitäten das Jahr 2005 aus. Für die übrigen Elemente mit Ausnahme der Objektarten Ortslage, Wald, Forst und den Höhenlinien wird als Aktualität die Jahre 2001-2004 angegeben. Die anderen Objektarten weisen als Aktualität 1991-1995 aus.

ALK (Digitale Automatisierte Liegenschaftskarte)

Die ALK stellt die in der bisherigen Kataster- oder Liegenschaftskarte geführten Informationen in digitaler Form zu Verfügung. Die digitale Liegenschaftskarte stellt die Lage und Geometrie der Liegenschaften, d. h. der Flurstücke und Gebäude dar und ist eine amtliche Karte, die im Sinne der Grundbuchordnung am öffentlichen Glauben des Grundbuches teilnimmt. Ihre wesentliche Funktion ist die Dokumentation der Liegenschaft. Ergänzt wird der Datenbestand um Nutzungsarten, charakteristische Topographie sowie öffentlich-rechtliche Festsetzungen. In besiedelten Bereichen stammen die Daten oftmals direkt aus der Vermessung und sind somit lagegenau. Im noch nicht in die ALK-Vermessung einbezogenen Außenbereich stammen die Daten oftmals aus der Digitalisierung der vorliegenden Inselkarten der Liegenschaftskarte, die geometrisch aneinander angepasst wurden. Für diese Bereiche existieren Abweichungen von 10-15 Metern (mündliche Auskunft Kreis Kleve). Aufgrund der Einmessungspflicht sind die Informationen der digitalen Liegenschaftskarte zumindest für die Ebene der Liegenschaften aktuell. Die Beschreibung der Nutzungsarten wird

in der Regel aus dem ALB übernommen. Spezielle Nutzungsartengrenzen können als besondere Linien erfasst werden. Wird auf der Basis der ALK eine Stadtgrundkarte hergestellt, so werden zur Erfassung der Nutzungsarten weitere Informationen, wie Luftbilder u. ä. herangezogen²¹. Die ALK enthält bei den Geometrieobjekten keine Historienverwaltung, obwohl Nutzungen in dem ALB auch mit ihrer „Lebensdauer“ geführt werden. Das ALK in Verbindung mit dem automatisierten Liegenschaftsbuch ALB wird in Zukunft von dem amtlichen Liegenschaftskataster Informationssystem (ALKIS) abgelöst.

ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem)

Mit dem ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem) wird die Zusammenführung der ALK und des ALB in ein einheitliches Informationssystem realisiert. Darüber hinaus wird eine „formelle, inhaltliche und semantische Harmonisierung mit ATKIS vorgenommen“ (ADV 2004, S. 6), sodass diese beiden Datenbestände besser miteinander verarbeitet werden können. Das ALKIS enthält alle relevanten Sachverhalte und Rechtszustände (Flurstücke, Gebäude, Eigentümer usw.) der Katasterverwaltung und ermöglicht zudem eine Historienverwaltung, um zurückliegende Situationen rekonstruieren zu können. Im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers würde diese Historienverwaltung qualitative Auswertungen hinsichtlich der Nutzungsänderungen ermöglichen.

Mit dem ALKIS wird ein AFIS²²-ALKIS-ATKIS Referenzmodell (AAA-Referenz) erstellt, das eine einheitliche Datenmodellierung und Datenschnittstelle (NAS) für alle Daten des amtlichen Vermessungswesens vorgibt und den internationalen Normen entspricht. Es wird damit sichergestellt, dass Objekte, die in den verschiedenen Informationssystemen geführt werden, nur einmal erfasst werden. D. h. die in dem ALKIS erfassten Gebäudedaten bilden die Grundlage für die Ableitung entsprechender Daten im AKTIS²³ (vgl. ADV 2004, S. 10). Derzeit existieren in NRW nur Pilotprojekte für den Aufbau des ALKIS. Die Datenschnittstelle (NAS), die für den Austausch der Geobasisdaten auf der Basis der Normen des Open GIS Consortiums (OGC) konzipiert wurden, stellt sicher, dass die Daten in verschiedenen GIS verwendet und über WEB-basierte Dienste ausgetauscht werden können.

(21)
Vgl. Metainformationssystem der Stadt Bochum, in der die Karte ALK/Liegenschaftskarte und ALK/Stadtgrundkarte als zwei eigenständige Karten mit unterschiedlichen Datenquellen geführt werden (www.bochum.de/geometadaten/katalog.html, abgerufen Apr. 2006).

(22)
AFIS ist das Amtliche Festpunktinformationssystem.

(23)
Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der BRD (AdV) 2004: Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeolInfoDok), Bonn 2004.

Abbildung 6
Darstellung der ALK (gestrichelte Linien stellen erfasste Nutzungsänderungen dar)



Quelle: Eigene Darstellung

CLC (Coordinated Information on the Environment, CORINE Land Cover)

Mit dem Programm CORINE Land Cover werden europaweit einheitliche Daten zur Bodenbedeckung im Maßstab 1 : 100 000 zur Verfügung gestellt. Für den Datensatz der Bundesrepublik Deutschland werden 37 Nutzungsklassen unterschieden. Die Erfassung erfolgte für das Jahr 1990 und wurde für das Jahr 2000 aktualisiert, wobei die Art der Änderung der Bodenbedeckungsklassen in dem Datensatz mitgeführt wird. Bei der Erfassung, die auf der Basis von Satellitenbildern mit einem halb automatischen Verfahren vorgenommen wird, werden Flächen ab einer Mindestgröße von 25 ha und Linien ab einer Breite von 100 m erfasst. Arrondierungen an bestehende Flächen werden ab einer Größe von 5 ha erfasst.

Planungsdaten

Die im Rahmen der Berechnung der Indikatoren zur Verfügung stehenden Datenbestände umfassen verschiedene Planungsdaten, die entsprechend der Einteilung in Grundlagen-, Ziel- und Festsetzungsdaten kurz dargestellt werden. Die verwendeten Daten werden im Folgenden kurz beschrieben und die vorliegenden Informationen zur Lagegenauigkeit und Aktualität wiedergegeben, um eine Einschätzung der Nutzbarkeit dieser Daten zu ermöglichen.

Daten zu Grundlagen der Planung

Die Bodenkarte 1 : 50 000 des geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalen entspricht der Bodenkarte 1 : 50 000, die auf der Grundlage der bodenkundlichen Kartieranleitung erstellt wurde und für NRW flächendeckend vorliegt. Der Datenbestand enthält Bodeneinheiten, die anhand der Bodentypen, dem Grundwasser- und Stau-näseeinfluss und weiteren Kriterien beschrieben werden. Jede Bodeneinheit enthält klassifizierte Angaben zur Spanne der Bodenwertzahlen. Angaben zur Genauigkeit der Erfassung, die über die Maßstabsangaben hinausgehen sowie Informationen zur Aktualität der Daten liegen nicht vor.

In Sachsen konnte auf Informationen der Bodenkonzeptkarte (BK_{konz}) zurückgegriffen werden. Die BK_{konz}-Karte führt Ergebnisse zweier ursprünglich getrennt verwalteter Kartenwerke zusammen: der Waldbodenkarte 1 : 25 000 und der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung

1 : 100 000. Die BK_{konz} stellt Bodenformengesellschaften dar, die durch zahlreiche Parameter beschrieben werden. Für Zwecke dieses Forschungsvorhabens wurde auf das „ackerbauliche Ertragspotenzial“ zurückgegriffen, um landwirtschaftliche Ertragsleistungen des Bodens abzubilden.

Des Weiteren wurden Daten des vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens „Der Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland“ eingesetzt, in dessen Rahmen auch die Bodenzahl²⁴ in Rasterform bundesweit abgebildet wurde (Wendland et al. 1993). Ziel war, die Nitratreinträge in Grundwasser und Oberflächengewässer in Abhängigkeit landwirtschaftlicher und pedologischer Merkmale regional differenziert zu bilanzieren. Als Datengrundlagen dienten hydrologische, hydrogeologische und pedologische Übersichtskarten im Maßstabsbereich von 1 : 500 000 bis 1 : 2 000 000. Die Karteninhalte wurden in ein einheitliches geographisches Bezugssystem – ein quadratisches Gitternetz mit einer Kantenlänge von drei Kilometern – transformiert. Die Fläche der Bundesrepublik wurde dadurch in etwa 40 000 Rasterelemente aufgeteilt. Aufgrund seines vergleichsweise hohen Aggregationsniveaus lässt sich dieser Datenbestand aber nur für überschlägige Bilanzen auf Bundes- und Landesebene einsetzen.

Für die Flächen des Regionalverbandes Ruhr konnten auch Realnutzungsdaten verwendet werden, die für die Erhebung bzw. Schätzung der Bodenversiegelung Relevanz aufweisen. In der Flächennutzungskartierung des Regionalverbandes Ruhr wird die reale Nutzung der Flächen in ca. 150 Klassen beschrieben. Diese Daten werden auf der Grundlage einer Luftbilddauswertung auf der Basis der DGK 5 erfasst. Die Erfassung wird in ungleichmäßigen Zeiträumen wiederholt. Für die Stadt Kamp-Lintfort (im Testgebiet Kreis Wesel) liegen Erfassungen aus den Jahren 1995, 1997 und 2000 vor.

Um Aussagen zur verkehrlichen Erschließung bestehender und neuer Siedlungsflächen treffen zu können, wurden darüber hinaus Standortdaten zu den Haltepunkten des schienengebundenen Personenverkehrs eingesetzt. Als Datengrundlage wurde auf einen Datensatz der DDS Digital Data Services GmbH zurückgegriffen, der sämtliche Haltepunkte mit Angaben zum Verkehrsangebot (Bus, S-Bahn, Regionalbahn etc.) für das Gebiet der Bundesrepublik ausweist. Der Datensatz liegt dem BBR vor und

(24) Das Bewertungssystem der Bodenzahlen wurde im Rahmen der 1934 begonnenen Reichsbodenschätzung entwickelt. Die Bodenzahl charakterisiert die Eignung und Produktivität von Böden für die landwirtschaftliche Produktion. Es handelt sich um Verhältniszahlen, ausgedrückt mit einer ordinalen Skala von 7 bis 100. Mit zunehmender Bodenzahl wird eine steigende Ertragsfähigkeit des Bodens ausgedrückt. Der ertragsfähigste Boden wird mit der Wertzahl 100 klassifiziert (Näheres zum Ansatz der Bodenzahlen siehe in den Durchführungsbestimmungen zum Bodenschätzungsgesetz v. 12. Februar 1935, i. d. Fassung der Veröffentlichung im BGBl. III 1963, Folge 77, S. 88).

wurde für Zwecke dieses Forschungsvorhabens von Thomas Pütz aufbereitet. Die Einzugsbereiche wurden verkehrsträgerspezifisch festgelegt – 900 Meter bei U- und Straßenbahnen und 1 200 Meter bei schienengebundenen Regionalverkehrssystemen (S-Bahn und DB-Regionalverkehr).

Daten zu Zielen der Planung

Für die Einschätzung der Belastungsintensität der Flächeninanspruchnahme ist der Grad der Schutzwürdigkeit oder Geschützhheit einer Landschaft bedeutsam. Als „schutzwürdige Landschaften“ werden vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) Landschaftsräume kategorisiert, die u. a. das Vorkommen besonderer Biotoptypen und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten, einen hohen Schutzgebietsanteil sowie ein geringes verkehrliches Belastungsniveau aufweisen (Gharandjedaghi et al. 2004, S. 78). Das BfN unterscheidet „besonders schutzwürdige Landschaften“, „schutzwürdige Landschaften“ sowie „schutzwürdige Landschaften mit Defiziten“. Letztere sind durch ein höheres Belastungsniveau sowie durch einen geringeren Schutzgebietsanteil geprägt. Die Daten standen den Bearbeitern dieses Forschungsvorhabens in digitaler Form (Shape-Datei) zur Verfügung.

Daten zur Geschützhheit der Landschaft konnten auch dem Regionalplan (Gebietsentwicklungsplan) für den Regierungsbezirk Düsseldorf entnommen werden. Dieser enthält die regionalplanerischen Zielsetzungen für den Siedlungs- und den Freiraum sowie die Infrastruktur, die das Testgebiet Wesel betreffen. Der Datenbestand wurde auf der Grundlage des Planes im Maßstab 1 : 50 000 erstellt und enthält die Änderungen bis zum Februar 2005. Aus dem Datenbestand des Regionalplans Oberes Elbtal / Osterzgebirge lagen die Daten zu den Vorranggebieten für Natur und Landschaft, Trinkwasser, Landwirtschaft und oberflächennahe Rohstoffe vor. Diese Datenbestände wurden auf Konzeptkarten im Maßstab 1 : 100 000 erfasst und geben den rechtskräftigen Stand des Regionalplans von 2001 wieder.

Daten zu planerischen Festsetzungen

Die Schutzgebiete für das Testgebiet Wesel wurden vom Kreis Wesel zur Verfügung gestellt und enthalten die rechtskräftigen Natur-, Landschaftsschutzgebiete sowie die festgesetzten und einstweilig sichergestellten Wasserschutzgebiete. Die Erfassung er-

folgte im Maßstab 1 : 5 000 bis 1 : 25 000. Die letzten Aktualisierungen wurden im dritten Quartal 2005 vorgenommen. Des Weiteren lagen Daten zu den RAMSAR- und den IBA-Gebieten ohne weitere Beschreibungen vor. Ergänzt wurde dieser Datenbestand durch Daten der biologischen Station Wesel zur den FFH-Gebieten und dem Vogelschutzgebiet „Untere Niederrhein“. Auch für diese Daten lagen keine Informationen über den Erfassungsmaßstab oder die Aktualität vor.

Die Schutzgebiete für das Testgebiet Meißen wurden von dem sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie zur Verfügung gestellt und enthalten die nachfolgend aufgelisteten Schutzgebiete. Die Erfassungsgrundlage wurde nicht dokumentiert. Die Aktualität der Daten ist in Klammern angegeben.

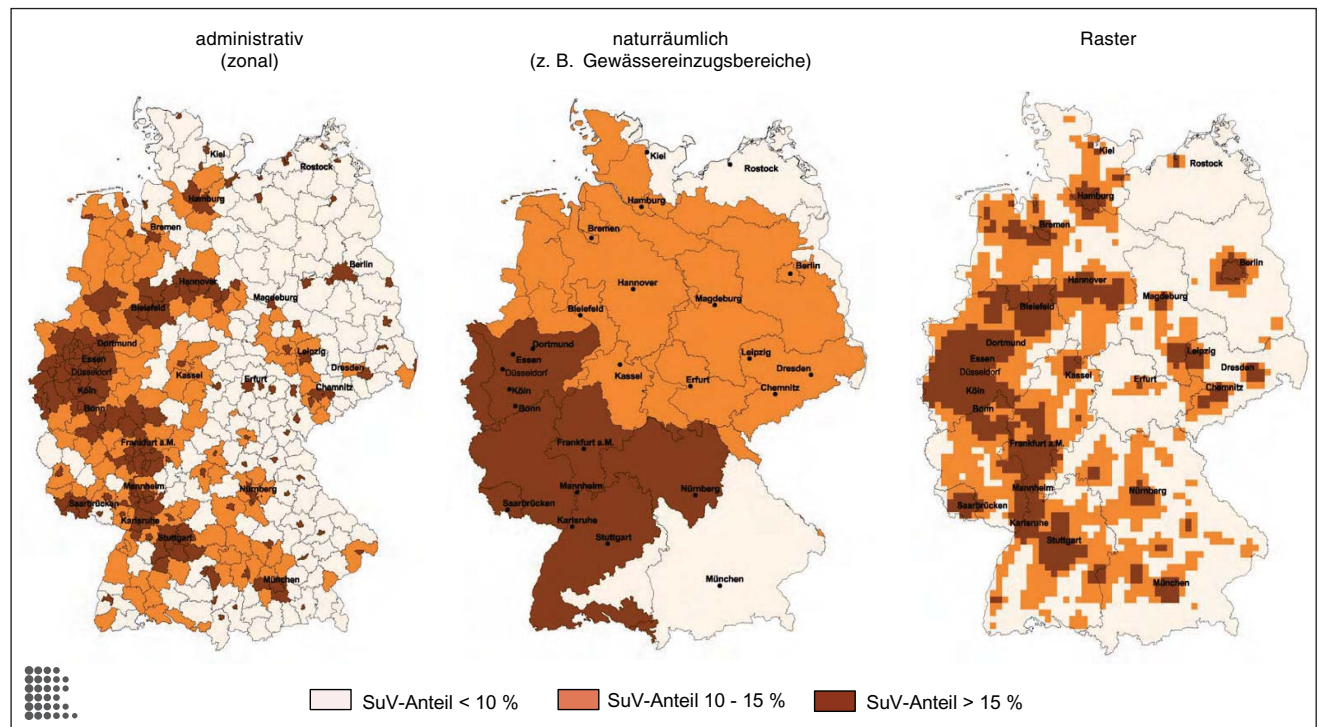
- Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (nur Meldungen) (23.09.2003)
- Naturparke (20.03.2002)
- Vogelschutzgebiete (19.07.2000)
- Nationalpark (12.01.2004)
- Biosphärenreservat (20.03.2002)
- Naturschutzgebiete (01.01.2004)
- Landschaftsschutzgebiete (01.01.2004)
- Überschwemmungsgebiete (wurden nicht verwendet)

Für die Erhebung der Baulandreserven sind Informationen zur Bauleitplanung erforderlich. Dazu wurde auf Angaben des Flächennutzungsplanes der Stadt Kamp-Lintfort zurückgegriffen. Die Geltungsbereiche der kommunalen Satzungen der Stadt Kamp-Lintfort wurden auf der Basis der ALK parzellenscharf erfasst. Die Daten stellen den aktuellen Stand des Baurechts der Stadt dar.

Raumbezug

Das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche ist prinzipiell offen für einen Einsatz in verschiedenartigen Raumbezugssystemen. Neben einer Implementation auf Ebene von Bundesländern oder Kreisen ist auch eine Anwendung für eine Rasterstruktur oder eine naturräumlich definierte Gebietsstruktur (z. B. Naturräume, Gewässereinzugsbereiche) möglich (Abb. 7). Einschränkend wirkt allerdings zum einen die Datenverfügbarkeit, da zahlreiche Datenbestände nur auf höheren administrativen Ebenen erhoben bzw. publiziert werden (wie z. B.

Abbildung 7
Mögliche Raumbezugssysteme bei Anwendung des Nachhaltigkeitsbarometers



Quelle: Eigene Darstellung

das Bruttoinlandsprodukt). Zum anderen stellt sich bei Einsatz geocodierter Daten das generelle Problem, dass sich nicht-administrative mit administrativen (zonalen) Gebietseinheiten räumlich überlagern. Dies ist immer dann problematisch, wenn Daten aus amtlichen Statistiken für nicht-administrative Gebietseinheiten aufbereitet werden sollen (z. B. Ermittlung des SuV-Anteils für einen Gewässereinzugsbereich). Dieses Problem reduziert sich stetig, je kleinteiliger die administrativen Daten vorliegen. So ist z. B. für größere Naturräume die Bevölkerungsdichte oder die SuV-Fläche mit gemeindestatistischen Daten problemlos zu ermitteln, auch wenn einzelne Gemeindeflächen von den Grenzen der Naturräume durchtrennt werden.

Indikatorenset – Übersicht

Tabelle 7 gibt einen Überblick über alle (derzeitigen) Indikatoren des Nachhaltigkeitsbarometers, die in den folgenden Abschnitten ausführlich vorgestellt werden.

Indikatoren zu Reduktionszielen

Fachlicher Hintergrund

Reduktionsziele beziehen sich auf die quantitative Reduzierung von Flächeninanspruchnahme und Versiegelungen bzw. deren Zuwachsraten. Indikatoren zu Reduktionszielen geben damit Auskunft über die quantitative Ausprägung bestimmter Nutzungsartengruppen oder Flächennutzungen oder über Verhältnismaße zwischen bestimmten Nutzungsarten. Mit solchen mengenbezogenen Messgrößen kann die „Komposition“ eines Flächennutzungsmusters beschrieben werden, also der Anteil unterschiedlicher Nutzungsarten an der Gesamtfläche eines Territoriums. Dabei sind die Konfiguration der Flächennutzung, also das räumliche Verteilungsmuster dieser Flächennutzungsarten, sowie qualitative Eigenschaften bestimmter Nutzungsformen nicht von Relevanz.²⁵

Indikatoren zu Reduktionszielen, wie der Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil, die Flächeninanspruchnahme in Hektar pro Tag (Dosch 2001; Umweltbundesamt Österreich 2001) bzw. Quadratmeter pro Sekunde (Bundesamt für Raumplanung 2000) oder die Bodenversiegelung, dominieren vor allem in jenen Ländern die siedlungspolitische Diskussion, in denen eine deutliche Verknappung von Böden festgestellt oder befürchtet wird. Indikatoren wie der Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil oder die Rate der Flächeninanspruchnahme pro Zeiteinheit gelten aber über ihren unmittel-

(25)
Zur Unterscheidung von „Komposition“ und „Konfiguration“ bei Beschreibung von Landschaftsstruktureigenschaften siehe McGarigal/Marks (1994).

bar quantitativen Ausdruck der „Bodenverknappung“ auch als Schlüsselindikatoren mit querschnittshaften inhaltlichen Bezügen (Petz 2001; Dosch 2002; Dosch 2001; Dosch 2001a). Neben dem unmittelbaren Verlust an Böden zeigen der SuV-Flächenanteil und die SuV-Flächeninanspruchnahme nach diesem Verständnis auch Folgewirkungen an, wie etwa die mit der Boden-

versiegelung einhergehende Beeinträchtigung der ökologischen Leistungsfähigkeit oder die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Arlt et al. (2001, S. 6; S. 36) bezeichnen die Bodenversiegelung als kommunalen Basisindikator, dessen Funktion in der Anzeige von Niveaus der gesamtstädtischen ökologischen Qualität gesehen wird. Petz (2001, S. 16) betrachtet die Flächenin-

Tabelle 7
Indikatoren des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche

Lfd. Nr.		Indikator – Kurzbezeichnung	Indikator – Kennzahl	Zielbezug	Nutzungsmuster/-änderung
1. Indikatoren zu Reduktionszielen					
R1	K	Flächeninanspruchnahme	Anteil der SuV-Fläche an der Gesamtfläche in %	RZ 1 (EZ 1)	NM
R2	K	Dynamik Flächeninanspruchnahme	Zuwachs der SuV-Fläche an der Bestandsfläche in %	RZ 1 (EZ 1)	NÄ
R3	E	Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme	Zuwachs der SuV-Fläche in ha/km ² Katasterfläche	RZ 1 (EZ 1)	NÄ
R4	K	Bodenversiegelung	Anteil versiegelter Flächen an der Gesamtfläche in %	RZ 2 (EZ 1)	NM
R5	E	Dynamik Bodenversiegelung	Veränderung des Bestands versiegelter Flächen in %	RZ 2 (EZ 1)	NÄ
R6	E	Entsiegelung	Umfang entsiegelter Flächen in % zum Umfang neu versiegelter Flächen in der gleichen Bilanzperiode	RZ 3 (EZ 1)	NÄ
2. Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen					
E1	K	Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	Anteil der SuV auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Bodenzahl >60) in %	EZ 1	NÄ
E2	K	Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	Verhältnis des Anteils neuer SuV auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (durchschnittliche Bodenzahl >60) am gesamten SuV-Zuwachs einer Gebietseinheit zum Anteil der bestehenden SuV auf diese Böden an der gesamten SuV	EZ 1	NÄ
E3	K	Durchgrünung des Siedlungsraums	Anteil erholungsgerechter Flächen (Erholungs- und Friedhofsfläche) an der SuV in %	EZ 2	NM
E4	E	Veränderung der Durchgrünung des Siedlungsraums	Veränderung des Anteils der Erholungs- und Friedhofsflächen an der SuV in Prozentpunkten	EZ 2	NÄ
E5	E	Waldversorgung	Verfügbarkeit von Waldflächen im 20-km-Radius um den Wohnstandort in m ² je Einwohner	EZ 2	NM
E6	E	Unzerschnittene Räume	Anteil der UZVR >100 km ² an der Gesamtfläche in %	EZ 3 (EZ 1) (SZ 6)	NM
E7	K	Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten	Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil in Schutzgebieten in % (TW-SG, LSG, NSG, Nationalpark, flächenhaftes Naturdenkmal)	EZ 4 (EZ 1)	NÄ
E8	E	Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften	Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in schutzwürdigen Landschaften (gemäß BfN) an der Gesamtfläche schutzwürdiger Landschaften in %	EZ 2 EZ 3 EZ 4 (EZ 1)	NM
E9	K	Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften	Verhältnis des Anteils neuer Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaften am gesamten Siedlungsflächenzuwachs zum Anteil der Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaften an der gesamten Siedlungsfläche	EZ 2 EZ 3 EZ 4 (EZ 1)	NÄ
E10	E	Baulandpotenzial	Fläche bzw. Flächenanteil des für Siedlungszwecke potenziell nutzbaren Freiraums („restriktionsarm“ und „städtebaulich geeignet“) in Relation zur bestehenden Siedlungs- und Verkehrsfläche in %	EZ 1 EZ 2 EZ 3 EZ 4	NM

3. Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen					
S1	K	Siedlungskonzentration	Anteil der SuV-Fläche in ober- und mittelzentralen Orten in % der gesamten SuV-Fläche	SZ 1	NM
S2	K	Dispersionsdynamik	Verhältnis des Anteils neuer SuV in zentralen Orten am gesamten SuV-Zuwachs zum Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in zentralen Orten an der gesamten SuV	SZ 1	NÄ
S3	K	Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen	Maß der Angrenzung des Gesamtvolumens einer neuen Siedlungsfläche an bereits existierende Siedlungsflächen „R“	SZ 1	NÄ
S4	E	Zerküftungsgrad	Verhältnis des Umfangs der Siedlungsflächen einer Gebieteinheit zum Umfang eines Kreises mit gleichem Flächeninhalt	SZ 1	NM
S5	E	Baulandreserven	Unbebaute, aber baulich nutzbare Flächen innerhalb des Siedlungsbestandes (Baulücken, untergenutzte Flächen) in % der gesamten Gebäude- und Freifläche	SZ 2	NM
S6	E	Brachflächen	Bestand an baulich nutzbaren Brachflächen in Hektar	SZ 3 (SZ 2, SZ 5, NZ 2)	NM
S7	E	Wiedernutzung Brachflächen	Anteil der auf Brachen (und Baulücken) errichteten Wohnungen am Gesamtbestand neu gebauter Wohnungen in %	SZ 3 (SZ 2, SZ 5, NZ 2)	NÄ
S8	E	Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen	Anteil der Siedlungsfläche im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Systeme (U-Bahn, Straßenbahn 0,9 km; S-Bahn, Regionaler Schienenverkehr 1,2 km Radius) in %	SZ 5	NM
S9	K	Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen	Anteil neuer Siedlungsflächen im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Systeme (U-Bahn, Straßenbahn 0,9 km; S-Bahn, Regionaler Schienenverkehr 1,2 km Radius) in %	SZ 5	NÄ
S10	K	Landschaftszerschneidung	Effektive Maschenweite des Freiraums in ha	SZ 6 (EZ 3)	NM
S11	E	Dynamik der Landschaftszerschneidung	Veränderung der effektiven Maschenweite in %	SZ 6 (EZ 3)	NÄ
S12	E	Effektiver Freiflächenanteil	siehe Berechnungsformel	SZ 1	NM
4. Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen					
N1	K	Siedlungsdichte	Quotient aus Einwohnerzahl und km ² SuV-Fläche	NZ 1	NM
N2	K	Dynamik Siedlungsdichte	Veränderung der Siedlungsdichte in Einwohner je ha SuV-Fläche bzw. in %	NZ 1	NÄ
N3	K	Nutzungsintensität neuer Bebauung	Verhältnis von Nettonutzfläche neuer Gebäude zu neuer Gebäude- und Freifläche in m ² Nutzfläche je m ² Gebäude- und Freifläche	NZ 1	NÄ
N4	K	Infrastrukturaufwand Abwasser	Quotient aus Leitungslänge Abwasserkanal und angeschlossener Einwohnerzahl (m je EW)	NZ 1	NM
N5	E	Wohnflächenausstattung	Quotient aus Wohnfläche (inkl. Wohnungsleerstand) und Einwohnerzahl (m ² je EW)	NZ 1	NM
N6	E	Verdichtung im Wohnungsbau	Verhältnis Baufertigstellungen EFH/DH zu MFH	NZ 1	NM
N7	E	Verhältnis Neubau – Leerstand	Verhältnis Neubau / Leerstand in Wohn- und Gewerbeimmobilien	NZ 1	NM
N8	E	Dynamik Infrastrukturaufwand „Abwasser“	Veränderung der Leitungslänge Abwasserkanal je angeschlossener Einwohner (m je EW)	NZ 1	NM
N9	K	Flächenproduktivität	Quotient aus Bruttowertschöpfung und Siedlungs- und Verkehrsfläche (in TEuro je ha SuV-Fläche)	NZ 2	NM
N10	E	Dynamik Flächenproduktivität	Veränderung der Bruttowertschöpfung je ha SuV-Fläche in %	NZ 2	NÄ
N11	E	Nutzungsdichte	Einwohner und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte je ha Gebäude- und Freifläche	NZ 2	NM

Legende: K = Kernindikator (Kurzbezeichnung fett gedruckt); E = Ergänzungsindikator; NM = Nutzungsmuster; NÄ = Nutzungsänderung

Quelle: Eigene Darstellung

spruchnahme – ausgedrückt mit der Maßzahl „Hektar pro Tag“ als universellen Indikator für die „Beeinträchtigung von Natur und Landschaft“. Hauger (2001, S. 59) gibt in diesem Zusammenhang aber zu bedenken, dass zahlreiche der von Siedlungs- und Verkehrsflächen ausgehenden Belastungen wie etwa Lärm- oder Schadstoffemissionen nicht flächen- sondern nutzungsproportional entstehen. Neben dem Bestand an Siedlungsflächen seien daher stets auch die jeweiligen Nutzungsintensitäten mitzubetrachten.

Wie der Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil wird auch die Bodenversiegelung als „ökologischer Querschnittsindikator“ mit Zeigerfunktion für verschiedenartige siedlungsbedingte Belastungen angesehen. Zahlreiche Untersuchungen konnten zeigen, dass die ökologische Leistungsfähigkeit des Bodens mit zunehmendem Versiegelungsgrad abnimmt; es kommt zu teilweise erheblichen Modifikationen des Meso- und Mikroklimas sowie des natürlichen Wasserhaushaltes (Arnold/Gibbons 1996; Schueler 1994; Arlt et al. 2001).²⁶ Arnold und Gibbons (1996, S. 245) betonen, dass der Versiegelungsgrad nicht nur ein sachlich aussagekräftiger Indikator für urbanisierungsbedingte Umweltbelastungen, sondern auch eine messbare Größe sei. Mit der Kenntnis der Versiegelung im Einzugsgebiet eines Gewässers könne beispielsweise dessen ökologischer Zustand näherungsweise eingeschätzt werden (z. B. das Niveau stofflicher Einträge aus nicht-punktförmigen Quellen). Primäre Messverfahren wären demgegenüber wesentlich aufwändiger und für größere Gebietskulissen häufig nicht einsetzbar.

Neben ihrer Funktion als hoch aggregierte „Schlüsselindikatoren“ stellen Indikatoren zu Reduktionszielen auch den Bezug zu Analysen der Tragfähigkeit der Umwelt her (Wackernagel 2005; Hille 1997; Siedentop 1997). In Konzepten wie dem „ökologischen Fußabdruck“ werden anthropogene Konsumtionsniveaus in einen Bedarf an biologisch produktiver Fläche umgerechnet. Dabei wird von einer nachhaltigen Erbringung produktiver Leistungen der Umweltsysteme ausgegangen. Der errechnete (hypothetische) Flächenbedarf kann dann dem realen Bestand produktiver Flächen (biocapacity) gegenübergestellt werden. Mengenbezogene Indikatoren wie der Siedlungsflächenanteil oder der Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche können dabei als

grobe Kennzahlen für die biologische Kapazität einer Raumeinheit genutzt werden. Für das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche erscheinen derartige Ansätze aufgrund des damit verbundenen hohen Aufwands nicht geeignet.

Indikatoren zu Reduktionszielen sind schließlich über ihre „eigene“ Zeigerfunktion hinaus teilweise unerlässlich für die Indikatorenbildung in den anderen Zielkategorien. So fungiert Siedlungs- und Verkehrsfläche beispielsweise als Bezugsgröße von Nutzungseffizienzindikatoren wie der Flächenproduktivität oder der Siedlungsdichte. Ein anderes Beispiel ist der Versiegelungsgrad, der, sofern er nicht auf die Gesamtfläche, sondern auf die Siedlungs- und Verkehrsfläche bezogen wird, qualitative Aussagen über Art und Intensität der Flächeninanspruchnahme zulässt.

Erhebbarkeit und Validität von Daten zu Reduktionszielen

Da die Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung vergleichsweise präzise Auskunft gibt über quantitative Eigenschaften der Flächennutzung und Relationen bestimmter Flächennutzungsarten, wirft die Erhebung diesbezüglicher Indikatoren relativ wenig Probleme auf. Allerdings wurde an der Aussagekraft und Qualität der Daten in der Vergangenheit wiederholt Kritik geübt (Portz 2004; Haack 2004; Deutscher Bundestag 2004; Bleicher 2004). So wird behauptet, dass die Zahlen zur Flächeninanspruchnahme auch ökologische Ausgleichsflächen enthielten (z. B. Portz 2004, 89) und nur unzureichend über das Ausmaß der Bodenversiegelung informieren. Berechnungen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung sowie des Umweltbundesamtes ergaben indes, dass die quantitative Bedeutung von Ausgleichsmaßnahmen in der Bilanzierung der Flächeninanspruchnahme vernachlässigbar ist (UBA 2003, S. 62). Als wesentlicher ist anzusehen, dass nachträgliche Korrekturen von Katastereinträgen sowie Umschlüsselungen bestimmter Nutzungsarten zu teilweise erheblichen statistischen Artefakten bei Längsschnittanalysen führen (siehe hierzu Anhang 1). Dies betrifft vor allem die Flächenerhebungsdaten vor 1992 in Westdeutschland und vor 1996 in Ostdeutschland. Aber auch die Flächenerhebung 2005 hat erhebliche Probleme bei Längsschnittbetrachtungen offenbart²⁷. Zwar haben einzelne Korrekturen älterer Datenbestände

(26)

Zur näheren Quantifizierung versiegelungsbedingter Bodenbeeinträchtigungen wurden in der Vergangenheit verschiedene Maßzahlen entwickelt. Neben der „Bodenfunktionszahl“ (BFZ) sind es die „Versiegelungszahl“, der „Biotopflächenfaktor“ (BFF), der „Klimatisch-Ökologisch-Hygienische Wert“ (KÖH-Wert), der „Klimaökologisch-Pedologische Kennwert“ (KÖP-Wert) (siehe die Zusammenstellung bei Heber/Lehmann 1993), der „ökologische Qualitätswert“ (ÖKO-Wert), der „ökologische Flächenleistungswert“ (ÖKO-Wert) und die „Grünvolumenzahl“ (siehe Heber/Lehmann 1996 sowie Arlt et al. 2001 und Arlt/Lehmann 2005). Der Vorteil solcher Maßzahlen liegt darin, dass sie die binäre Logik konventioneller Versiegelungserhebungen („versiegelt“ vs. „nicht versiegelt“), die mit der Ermittlung des Versiegelungsgrades erfolgt, überwinden.

(27)

Siehe hierzu auch Beckmann, G. (2006): Statistische Ungenauigkeiten bei der Flächenerhebung (tatsächliche Nutzung). Bonn: unveröffentlichtes Arbeitspapier.

(z. B. in Bayern) dieses Problem mindern können. Dennoch sind v. a. disaggregierte Längsschnittanalysen über einen längeren Zeitraum häufig mit Unplausibilitäten behaftet, sodass sie entsprechend vorsichtig interpretiert werden müssen.

Schwierigkeiten ergeben sich auch in solchen Fällen, in denen der quantitative Bestand an Flächen bestimmter Nutzungsarten bzw. Bodenbedeckungseigenschaften erfasst werden soll, die nicht standardmäßig aus dem Liegenschaftskataster ableitbar sind. Das betrifft vor allem die Bodenversiegelung als bioökologische und mikroklimatische Schlüsselgröße der Flächennutzung. Bis heute kann der Versiegelungsgrad nur über terrestrische Kartierungen oder aufwändige Fernerkundungsverfahren ermittelt werden. Terrestrische Erhebungen sind flächengenaue Erfassungen von Bodenbedeckungsarten auf der Grundlage von Vor-Ort-Begehungen. Sie eignen sich für teilstädtische bzw. Repräsentantenuntersuchungen und sind in einem solchen Umfang in ihrem Aufwand vertretbar. Mit ihnen lassen sich Gebäude- und Straßenrückbaumaßnahmen sowie Änderungen des Oberflächenbelags quantifizieren. Häufig kommt auch eine Kombination von Luftbilddauswertung und terrestrischen Erhebungen zum Einsatz.

Für eine meso- oder makromaßstäbliche Anwendung eignen sich dagegen nur Schätzverfahren, die mit strukturtypen- bzw. flächennutzungsartenbasierten Hochrechnungen operieren. Dabei werden für bestimmte Stadtstrukturtypen bzw. Flächennutzungsarten mittlere Versiegelungsgrade auf der Grundlage von Repräsentan-

tenuntersuchungen bestimmt, sodass der Versiegelungsgrad einer Raumeinheit bei Kenntnis der strukturtypen- bzw. nutzungsartenbezogenen Gesamtzusammensetzung des betreffenden Raumes errechnet werden kann (ILS 2005; Meinel/Hernig 2005; TLUG 2001; Dahlmann et al. 2001; Arlt et al. 2001; Dosch 1996; Heber/Lehmann 1993, 1996; Singer 1995). Veränderungen des Versiegelungsgrads lassen sich bei dieser Vorgehensweise aber nur bei Änderung von Flächennutzungen abbilden. Im Zeitverlauf erfolgende Ver- und Entsiegelungsmaßnahmen auf gleichartig genutzten Flächen (z. B. Entsiegelung einer Betriebsfläche, die nach Abschluss der Maßnahme weiterhin als Betriebsfläche genutzt wird) sind somit nicht fassbar.

Die Kombination von Luftbilddauswertungen mit terrestrischen Erhebungen ermöglicht hochgenaue, flächendeckende Datensätze, die bisher u. a. zur Kartierung abflusswirksamer Flächen genutzt wurden und aufgrund des noch relativ großen Aufwandes erst vereinzelt für Städte durchgeführt wurden. Sollte sich diese Form der Flächenerhebung bundesweit durchsetzen, wären die Indikatoren Bodenversiegelung, Entsiegelung, Versiegelungsdynamik und Dynamik weiterer Flächeninanspruchnahme auf städtischer und regionaler Ebene messbar und damit bewertbar.

Problematisch ist die Erhebung von Informationen zur Beschreibung des Siedlungsflächenbestandes nach Wohn-, Misch-, Gewerbe-/Industrie-, Handelsnutzungen sowie öffentlichen Siedlungsflächennutzungen. Derartige Daten wären insbesondere für die Erhebung von spezifischen Effizi-

Tabelle 8
Indikatoren zu Reduktionszielen (Kernindikatoren sind fett gedruckt)

Lfd. Nr.		Indikator – Kurzbezeichnung	Indikator – Kennzahl	Zielbezug	Nutzungsmuster/-änderung
R1	K	Flächeninanspruchnahme	Anteil der SuV-Fläche an der Gesamtfläche in %	RZ 1	NM
R2	K	Dynamik Flächeninanspruchnahme	Zuwachs der SuV-Fläche an der Bestandsfläche in %	RZ 1	NÄ
R3	E	Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme	Zuwachs der SuV-Fläche in ha/km ² Katasterfläche	RZ 1	NÄ
R4	K	Bodenversiegelung	Anteil versiegelter Flächen an der Gesamtfläche in %	RZ 2	NM
R5	E	Dynamik Bodenversiegelung	Veränderung des Bestands versiegelter Flächen in %	RZ 2	NÄ
R6	E	Entsiegelung	Verhältnis des entsiegelten Flächenanteils zum Anteil neu versiegelter Flächen in der gleichen Bilanzperiode in %	RZ 3	NÄ

Quelle: Eigene Darstellung

enzindikatoren bedeutsam (z. B. Gewerbe-/Industriefläche je Beschäftigter im sekundären Sektor). Aber auch hier kann eine Reihe von Bundesländern bislang keine Daten ausweisen.

Indikatoren – Auswahl, Anwendung und Messergebnisse

Als Kernindikatoren fungieren der Indikator „Flächeninanspruchnahme“, der den Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche des betrachteten Raums ausdrückt, der Indikator „Dynamik Flächeninanspruchnahme“, der die relative Veränderung des Siedlungs- und Verkehrsflächenbestandes anzeigt sowie die „Bodenversiegelung“. Einen Überblick über die ausgewählten Indikatoren zu Reduktionszielen gibt Tabelle 8, S. 59.

Indikator Flächeninanspruchnahme (R1)

Zielbezug:

RZ 1 – Reduzierung der Flächeninanspruchnahme

(EZ 1 – Schutz und Erhaltung von Böden und ihrer Leistungsfähigkeit)

Berechnung:

$$R1 = \frac{\sum \text{SuV_Fläche}}{\sum \text{Katasterfläche}} \times 100 [\%]$$

Die Flächeninanspruchnahme wird als Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an

der Gesamtfläche einer Gebietseinheit berechnet. Der Indikator bedarf als Standardgröße der Raumbearbeitung an dieser Stelle keiner weiteren methodischen Ausführungen. Die Messergebnisse für 2004 zeigen erhebliche Gefälle der Flächeninanspruchnahme zwischen den höher verdichteten Ländern und Ländern mit überwiegend ländlicher Siedlungsstruktur. Im Jahr 2004 lagen nur noch drei Bundesländer (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Thüringen) unter einem Wert von 10 %. Im Jahr 1996 waren dies noch fünf Länder. Die Werte für die Raumstrukturtypen des BBR verdeutlichen einen noch immer vergleichsweise steilen Stadt-Land-Gradienten der Verstädterung, der sich in den vergangenen Jahren trotz einer starken Siedlungstätigkeit in suburbanen und ländlichen Gebieten kaum verringert hat (Siedentop/Kausch 2004).

Die für die beiden Testlandkreise Wesel (Nordrhein-Westfalen) und Meißen (Sachsen) gemessenen Werte (2004) liegen mit 20,9 % bzw. 11,9 % im Mittel der jeweiligen Länder.

Indikator Dynamik

Flächeninanspruchnahme (R2)

Zielbezug:

RZ 1 – Reduzierung der Flächeninanspruchnahme

(EZ 1 – Schutz und Erhaltung von Böden und ihrer Leistungsfähigkeit)

Berechnung:

$$R2 = \frac{\sum \text{SuV_Fläche}_t - \sum \text{SuV_Fläche}_{t-1}}{\sum \text{SuV_Fläche}_{t-1}} \times 100 [\%],$$

alternativ:

$$R2 = \frac{\sum \text{Gebäude_Freifl.}_t - \sum \text{Gebäude_Freifl.}_{t-1}}{\sum \text{Gebäude_Freifl.}_{t-1}} \times 100 [\%]$$

Neben der Flächeninanspruchnahme fungiert auch die Dynamik der Flächeninanspruchnahme als gemeindestatistische Standardgröße. Tabelle 10 macht deutlich, dass die Wachstumsdynamik der Siedlungs- und Verkehrsfläche seit der Jahrtausendwende leicht abgenommen hat. Die Länderwerte zeigen indes große Spannbreiten bei der Wachstumsdynamik in den vergangenen Jahren. Stark überdurchschnittliche Wachstumsraten zeigen Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein. In diesen Ländern offenbaren sich aber gravierende Qualitäts-

Tabelle 9

Indikator R1: Flächeninanspruchnahme

Länderergebnisse für 1992, 1996, 2000 und 2004 (jeweils 31.12.)

Land	Anteil SuV-Fläche an der Gesamtfläche in %			
	1992	1996	2000	2004
Baden-Württemberg	12,3	12,7	13,2	13,6
Bayern	9,3	9,8	10,4	10,8
Brandenburg	7,4	7,7	8,2	8,6
Hessen	14,2	14,5	14,9	15,1
Mecklenburg-Vorpommern	5,9	6,2	6,7	7,2
Niedersachsen	11,6	12,2	12,7	13,1
Nordrhein-Westfalen	19,6	20,3	21,0	21,6
Rheinland-Pfalz	12,6	13,0	13,4	13,8
Saarland	19,0	19,3	19,7	20,1
Sachsen	9,9	10,6	11,3	11,7
Sachsen-Anhalt	8,0	8,7	9,4	10,3
Schleswig-Holstein	10,5	10,8	11,2	11,9
Thüringen	7,9	8,4	8,8	9,0
Bund (mit Stadtstaaten)	11,3	11,8	12,3	12,8
Zentralraum		29,2	30,2	31,1
Zwischenraum		12,2	12,8	13,2
Peripherieraum		8,5	8,9	9,3

Quelle: Eigene Darstellung

probleme der Flächenstatistik, sodass eine Interpretation der vorhandenen Daten vor- sichtig erfolgen muss (siehe hierzu An- hang 1). Deutlich unterdurchschnittliche Wachstumsdynamiken lassen sich für Hes- sen, das Saarland und Thüringen konstatie- ren.

Die Messergebnisse für die BBR-Raum- strukturtypen zeigen das erwartete Gefälle in der Verstädterungsdynamik zwischen den hoch verdichteten Kernbereichen und den suburbanen und ländlichen Räumen. Die beiden Testlandkreise Wesel und Mei- ßen liegen mit jeweils etwa 3,5 % für den Zeitraum 2000 bis 2004 leicht unterhalb des Bundesmittels.

Die in der jüngeren Vergangenheit erhebli- chen Validitätsprobleme der Messgröße „Siedlungs- und Verkehrsfläche (siehe An- hang 1), die vor allem auf Erhebungspro- bleme in der Nutzungsartengruppe „Erho- lungsf lächen“ zurückgehen, können dazu anhalten, die Dynamik der Siedlungsent- wicklung alleine mit der Nutzungsarten- gruppe „Gebäude- und Freifläche“ abzubil- den. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil unplausibler Datensätze – insbesondere auf Ebene von Gemeinden – in dieser Kategorie mit Mittel geringer aus- fällt. Ob der Indikator in der oben beschrie- benen Form oder in modifizierter Form (unter Bezugnahme auf die Kategorie „Ge- bäude- und Freifläche“) eingesetzt wird, sollte im jeweiligen Anwendungskontext des Barometers entschieden werden.

Indikator Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme (R3)

Zielbezug:

RZ 1 – Reduzierung der Flächeninanspruchnah- me
(EZ 1 – Schutz und Erhaltung von Böden und ihrer Leistungsfähigkeit)

Berechnung:

$$R3 = \frac{\sum \text{SuV_Fläche}_t - \sum \text{SuV_Fläche}_{t-1}}{\sum \text{Katasterfläche}_{t-1}} \left[\frac{\text{ha}}{\text{km}^2} \right]$$

Neben dem Indikator „Dynamik Flächenin- anspruchnahme“ liefert der Indikator „In- tensität weiterer Flächeninanspruchnah- me“ Erkenntnisse zum Verstädterungspro- zess, da er die „Aufsiedelung“ (Rach 1987) von unbebauten Flächen bezogen auf die gesamte betrachtete Raumeinheit abbildet. Berechnet wird dieser Wert durch eine Sub- traktion des SuV-Flächenanteils eines

Tabelle 10

Indikator R2: Dynamik Flächeninanspruchnahme
Länderergebnisse für 1992-1996, 1996-2000 und 2000-2004

Land	Zuwachs der SuV-Fläche des Bestands in %		
	1992-1996	1996-2000	2000-2004
Baden-Württemberg	3,4	3,9	3,2
Bayern	6,1	6,0	3,6
Brandenburg	4,7	6,0	4,9
Hessen	2,2	2,3	1,8
Mecklenburg-Vorpommern	5,7	7,7	8,2
Niedersachsen	4,4	4,2	3,5
Nordrhein-Westfalen	3,5	3,5	3,1
Rheinland-Pfalz	2,9	3,1	3,2
Saarland	1,9	2,0	2,1
Sachsen	7,0	6,2	3,6
Sachsen-Anhalt	8,2	8,1	9,7
Schleswig-Holstein	3,0	3,6	7,0
Thüringen	7,0	3,9	2,2
Bund	4,3	4,5	3,8
Zentralraum		3,5	2,7*
Zwischenraum		4,9	4,3*
Peripherieraum		4,9	4,2*
* ohne Berlin und Brandenburg			

Quelle: Eigene Darstellung

Stichtages (Minuend) mit dem SuV-Flä- chenanteil an einem zurückliegenden Stichtag (Subtrahend). Die Intensität weite- rer Flächeninanspruchnahme lässt sich als Veränderung des SuV-Flächenanteils in Prozentpunkten oder als Hektar SuV-Flä- cheninanspruchnahme je km² Katasterflä- che ausdrücken.

Während für ländliche Räume eine hohe re- lative Dynamik der Flächeninanspruchnah- me bei vergleichsweise geringem absoluten Zuwachs der Flächeninanspruchnahme charakteristisch ist, zeigen höher verdichte- te Regionen eine meist unterdurchschnittli- che relative Dynamik, aber eine hohe abso- lute Intensität weiterer Flächeninanspruch- nahme. Grund ist der in städtischen Zen- tren und ländlichen Räumen stark un- terschiedliche Ausgangsbestand der Sied- lungs- und Verkehrsfläche, sodass das re- lative Wachstum bei gleichem absoluten Wachstum unterschiedlich ausfällt. Die den absoluten Zuwachs (in ha oder km²) anzei- gende „Intensität weiterer Flächenin- anspruchnahme“ ist deshalb insbesondere bei einer regionalisierten Betrachtung eine wichtige Größe, da sie den Verknappungs- prozess des unbebauten Raumes anzeigt.

In den meisten Fällen weisen Länder mit überdurchschnittlicher Dynamik der Flä- cheninanspruchnahme auch eine über-

Tabelle 11
Indikator R3: Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme
Länderergebnisse für 1992-1996, 1996-2000 und 2000-2004

Land	Zuwachs der SuV-Fläche in ha/km ² Katasterfläche		
	1992-1996	1996-2000	2000-2004
Baden-Württemberg	0,42	0,49	0,42
Bayern	0,57	0,59	0,37
Brandenburg	0,34	0,46	0,40
Hessen	0,31	0,34	0,27
Mecklenburg-Vorpommern	0,33	0,48	0,55
Niedersachsen	0,51	0,50	0,44
Nordrhein-Westfalen	0,68	0,71	0,65
Rheinland-Pfalz	0,37	0,40	0,42
Saarland	0,36	0,39	0,41
Sachsen	0,70	0,65	0,41
Sachsen-Anhalt	0,66	0,70	0,91
Schleswig-Holstein	0,31	0,38	0,78
Thüringen	0,55	0,33	0,20
Bund	0,49	0,53	0,47
Zentralraum		1,00	0,87
Zwischenraum		0,59	0,46
Peripherieraum		0,41	0,46

Quelle: Eigene Darstellung

durchschnittliche Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme aus. Wie oben bereits erläutert finden sich jedoch Ausnahmen: So war die Wachstumsdynamik der SuV-Fläche in Nordrhein-Westfalen zwischen 2000 und 2004 unterdurchschnittlich (3,1 %), während der Intensitätsindikator einen überdurchschnittlichen Wert ausweist (0,65 ha je km²). Eine überdurchschnittliche Freiraumverknappung zeigt sich ansonsten in den Ländern mit sehr hohem Flächenverbrauch (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Schleswig-Holstein). Auch hier sei noch einmal auf die Plausibilitätsprobleme der Flächenerhebung 2005 in diesen Ländern verwiesen.

Für die beiden Testlandkreise ergeben sich Werte von 0,71 (Wesel) und 0,41 Hektar je km² (Meißen). Der Landkreis Wesel dürfte zu den Regionen Deutschlands mit dem höchsten absoluten Flächenverbrauch zählen.

Indikator Bodenversiegelung (R4)

Zielbezug:

RZ 2 – Reduzierung weiterer Versiegelung
(EZ 1 – Schutz und Erhaltung von Böden und ihrer Leistungsfähigkeit)

Berechnung:

$$R4 = \frac{\sum \text{versiegelte Fläche}}{\sum \text{Katasterfläche}} \times 100 [\%]$$

Dritter Kernindikator ist die Bodenversiegelung, gemessen als Anteil versiegelter Flächen an der Katasterfläche. Dieser Indikator kann derzeit nur mit einem struktur- bzw. nutzungstypenbasierten Schätzverfahren erhoben werden. Dabei werden auf Basis einer Referenzerhebung für ein begrenztes Untersuchungsgebiet mittlere Versiegelungsgrade für einzelne Strukturtypen bzw. Nutzungsarten ermittelt, durch die eine Hochrechnung der Bodenversiegelung im gesamten Untersuchungsraum erfolgen kann. Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte auf einen Fachdatenbestand des Regionalverbandes Ruhr zurückgegriffen werden. Grundlage ist eine differenzierte Realnutzungskartierung, für deren Nutzungstypen mittlere Versiegelungsgrade ermittelt wurden. Eine Realisierung dieses Ansatzes war aus Gründen der Datenverfügbarkeit nur für eine Testgemeinde möglich (Stadt Kamp-Lintfort, s. Tab. 12). Dazu wurden die Daten zur Realnutzung und zu den mittleren Versiegelungsgraden in der Datenbank miteinander verknüpft. Die Verteilung der Versiegelungsgrade wird für das Testgebiet dargestellt.

Die Ergebnisse für die Stadt Kamp-Lintfort basieren auf Daten einer regionalen Sonderhebung, die für eine gesamtdeutsche Anwendung selbstredend nicht genutzt werden kann. Für eine überregionale Bilanzierung der Bodenversiegelung müsste auf Daten zurückgegriffen werden, die für ein gesamtes Bundesland oder gar bundesweit verfügbar sind. Neben ATKIS betrifft dies die Daten aus dem ALK. Da bei ATKIS die Objektarten „Straßen“ nur als lineare Objekte enthalten sind und somit aus der Be-

Tabelle 12
Indikator R4: Versiegelungsklassen,
Stadt Kamp-Lintfort (1995 und 2000)

Versiegelungsklassen in %	Gesamtfläche in %	
	1995	2000
k. A.	1,63	1,65
0-10	80,22	76,41
10-20	0,07	0,07
20-30	2,06	2,99
30-40	1,03	1,18
40-50	5,72	6,09
50-60	1,22	1,28
60-70	0,73	1,49
70-80	1,04	0,88
80-90	3,09	4,55
90-100	3,19	3,43

Quelle: Eigene Darstellung

trachtung der Versiegelung herausfallen, wäre entweder ein Einsatz von ALK-Daten zu erwägen oder die Möglichkeit einer Integration von Straßen in ATKIS zu prüfen. Letzteres könnte vor allem durch die Zuweisung mittlerer Straßenbreiten erfolgen.

Insgesamt bestehen mit derartigen Schätzverfahren noch zu wenige Erfahrungen, als dass im Rahmen dieser Studie bereits ein bundesweit einsetzbares Konzept entwickelt werden konnte. Grundsätzlich erscheint aber eine auf bundesweit verfügbaren Daten basierende Versiegelungserhebung möglich. So haben Meinel und Hernig (2005) die Bodenversiegelung mithilfe von ATKIS-Daten geschätzt. Grundlage war eine Referenzkartierung für die Stadt Dresden, die im Rahmen der Einführung gesplitteter Abwassergebühren durch eine stereometrische Luftbildkartierung erhoben wurde. Mit dieser Kartierung wurde eine Bestimmung der mittleren Bodenversiegelungsgrade für alle ATKIS-Objektarten (ATKIS-Basis-DLM/2) durchgeführt, der eine Hochrechnung der Bodenversiegelung im gesamten Untersuchungsraum folgte. Testrechnungen ergaben, dass mit diesem Verfahren auf gesamtstädtischer und teilstädtischer Ebene eine sehr bzw. ausreichend genaue Ermittlung der Bodenversiegelung möglich ist. Für kleinräumigere Bilanzen – so Meinel und Hernig (2005) – ist das DLM/2 durch die teilweise große Spannweite der Bodenversiegelung in den vier Objektarten „bauliche Prägung“ von ATKIS (2111-2114) hingegen ungeeignet.

Darüber hinaus erscheint es problematisch, die für ein Referenzgebiet erhobenen nutzungsspezifischen Versiegelungsgrade unkritisch auf andere Räume zu übertragen. Untersuchungen zeigen, dass mit unterschiedlichen Verfahren der Versiegelungsschätzung für gleiche Untersuchungsräume stark unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden.²⁸ Bei der Setzung von mittleren Versiegelungsgraden erscheint eine Regionalisierung daher unbedingt erforderlich. Dies gilt im Besonderen bei zunehmenden Aggregationsgrad von Nutzungsarten. Bislang gibt es aber nach Kenntnis der Verfasser noch keine Studien, die eine solche Regionalisierung fachlich stützen können. Überlegungen in diese Richtung werden aber derzeit von der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) angestrengt. Die Arbeitsgemeinschaft schlägt eine Schätzung der Bodenversiegelung mit Daten der Flächenerhebung vor.

Dazu werden mittlere Versiegelungsgrade der Hauptnutzungsartengruppen der Siedlungs- und Verkehrsfläche (100er Positionen) in Abhängigkeit der Bevölkerungs- und Siedlungsdichte als unterer und oberer Grenzwert gesetzt. Die für die Bundesländer mit diesem Ansatz errechneten Anteile versiegelter Fläche an der Gesamtfläche werden von der Arbeitsgemeinschaft als plausibel eingeschätzt.

Eine Berechnung der Bodenversiegelung für Bundesländer und das gesamte Bundesgebiet war im Rahmen dieses Forschungsvorhabens aber aufgrund der oben geschilderten Probleme nicht möglich. Vorgesprochen wird vor diesem Hintergrund die Durchführung eines Sondergutachtens, in dem der methodische Weg einer bundesweiten Versiegelungsrechnung – aufbauend auf den Arbeiten des LABO – ausgeleuchtet wird und eine Schätzung des gesamtdeutschen Versiegelungsgrades erfolgt.²⁹

Indikator Dynamik Bodenversiegelung (R5)

Zielbezug:

RZ 2 – Reduzierung weiterer Versiegelung (EZ 1 – Schutz und Erhaltung von Böden und ihrer Leistungsfähigkeit)

Berechnung:

$$R5 = \frac{\sum \text{versiegelte_Fl}_{t-1} - \sum \text{versiegelte_Fl}_t}{\sum \text{Katasterfläche}_{t-1}} \times 100 [\%]$$

Die Dynamik der Bodenversiegelung (R5) beschreibt den Zuwachs versiegelter Böden in % des Ausgangsbestands. Aus den bei Indikator R4 genannten Gründen konnte auch dieser Indikator nur für die Stadt Kamp-Lintfort realisiert werden. Ebenso wie für die Veränderung der Flächeninanspruchnahme und der Ermittlung der Versiegelung wurde für die Ermittlung der Versiegelungsdynamik die Flächennutzungskartierung des RVR verwendet. Dazu wird die Veränderung der Versiegelungsklassen berechnet. Da die Versiegelungsgrade in einheitliche Klassen (10%-Schritte) eingeteilt wurden und innerhalb der Datenbank aufsteigend durchnummeriert wurden, lässt sich über diese Nummer die Veränderung durch die Ermittlung der Differenz der beiden Jahre durch die Subtraktion der Klasse des Vorjahres von der aktuellen Versiegelungsklasse ermitteln.

In Karte R5 (siehe Anhang 2) ist die Differenz der Klassen für die Jahre 1995 und 2000

(28) Siehe hierzu vor allem die Vortragsmanuskripte des Fachgesprächs „Indikator Versiegelung“ am 13.10.05 in Hannover, die allerdings nicht publiziert sind (Ansprechpartner: Fabian Dosch, BBR).

(29) Inzwischen – Februar 2007 – wurde der Abschlussbericht der Fachgespräche „Indikator Versiegelung“ der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) vorgelegt. Bei der Berechnung wird den Nutzungsarten der Flächenerhebung jeweils ein Versiegelungsanteil zugeordnet, der in Abhängigkeit von der Verdichtung variieren kann. Bundesweit lässt sich somit der Versiegelungsanteil und dessen Entwicklung auf Länderebene kosteneffizient und transparent abschätzen. Eine Veröffentlichung in der Zeitschrift „Bodenschutz“ ist in Vorbereitung.

angegeben. Diese Darstellung enthält die Veränderung der Versiegelungsgrade zwischen den Jahren 1995 und 2000 und beschreibt somit den potenziellen Grad der Ver- und Entsigelung. Wie aber bereits mehrfach erwähnt, betrifft dies nur Ver- und Entsigelungsmaßnahmen auf Flächen, deren Nutzung sich in dem betrachteten Zeitraum geändert hat.

Indikator Entsigelung (R6)

Zielbezug:

RZ 3 – Entsigelung; Rückbau nicht mehr benötigter Bauflächen, Ausgleich für Neuversiegelung

Berechnung:

$$R6 = \frac{\sum \text{entsiegelte_Fläche}}{\sum \text{neu_versiegelte_Fläche}} \times 100 [\%]$$

Zum Umfang von Entsigelungsmaßnahmen innerhalb des Siedlungsraums gibt es bislang keine gesicherten statistischen Erkenntnisse. Eine 2004 in einzelnen Bundesländern vom Bundesverband Boden (2005) durchgeführte Recherche, an der sich die Länder Bayern, Baden-Württemberg, Berlin, Brandenburg, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Thüringen beteiligt haben, hat ergeben, dass es länderweite Übersichten über Flächen für Entsigelungsmaßnahmen, wie z. B. Entsigelungskataster, oder über bereits durchgeführte Entsigelungsmaßnahmen mit Ausnahme des Landes Brandenburg nicht gibt. In Brandenburg wurde im Landesumweltamt ein Datenfonds für Entsigelungsflächen eingerichtet.

Einzelne für verschiedene Städte vorliegende Untersuchungen (Landeshauptstadt München 1996; Weser 2005) stützen aber die Vermutung, dass die Versiegelungsdynamik deutlich unterhalb der Dynamik der Flächeninanspruchnahme bleibt. In anderen Worten – der prozentuale Zuwachs versiegelter Flächen ist in der Regel geringer als der prozentuale Zugang der Siedlungs- und Verkehrsfläche. Grund sind Entsigelungsvorgänge im Bestand (z. B. Abriss von Gebäuden ohne bauliche Nachnutzung, Entsigelung von Brachflächen), die bislang aber nicht Gegenstand amtlicher Erhebungen sind.

Ein denkbarer empirischer Zugang zur Erhebung der Entsigelung liegt in den von zahlreichen Ver- und Entsorgungsträgern seit Mitte der 1990er Jahre durchgeführten

Versiegelungserhebungen im Rahmen der gesplitteten Gebührenerhebung. Aufgrund der grundstücksscharfen Erfassung der Bodenversiegelung kann hier ein hoch aussagekräftiger – weit über die Möglichkeiten fernerkundlicher Verfahren hinausreichender – Datensatz zur Bilanzierung von Versiegelungsgraden sowie zur Beobachtung der Ver- bzw. Entsigelungsdynamik vermutet werden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens war ein unmittelbarer Zugriff auf derartige Daten allerdings nicht möglich. Es erfolgte jedoch eine telefonische Befragung von Mitarbeitern des für die Abwasserreinigung in der Landeshauptstadt Dresden zuständigen Unternehmens. Dieses führte im Jahr 2000 die Datenerfassung und Erstellung einer flurstücksgenauen Versiegelungskarte durch und schreibt die Daten seitdem fort. Gefragt wurde, wie die Bilanz von neuer Versiegelung und Entsigelung eingeschätzt wird. Die befragten Mitarbeiter wiesen darauf hin, dass seit der Erarbeitung der Datenbank Änderungsanträge der Grundstückseigentümer sowie neu bebaute Grundstücke erfasst und sofort in die vorhandenen Unterlagen eingearbeitet werden. Nach ihrem Kenntnisstand sei bis zum heutigen Tag der versiegelte Flächenanteil konstant geblieben.³⁰ Es sei festzustellen, dass sich der Bestand der als gebührenpflichtig veranlagten Flächen im Dresdner Entsorgungsgebiet in den vergangenen 4 Jahren kaum verändert hat. Flächenzugänge im Sinne neuer Bebauung mit neu versiegelten Flächen würden ausgeglichen durch Abriss, Entsigelungsmaßnahmen im Bestand sowie die Errichtung von Versickerungsanlagen auf den Grundstücken. Neuversiegelung und Entsigelung seien somit annähernd ausgeglichen. Ob dieses Ergebnis auf andere Städte und Gemeinden übertragbar ist, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden.

Die Frage nach der Häufigkeit dieser Art der Gebührenabrechnung in den Städten und Gemeinden Deutschlands beantworteten die befragten Mitarbeiter mit „sehr häufig“. Insbesondere die Großstädte beschritten diesen Weg, da sie aufgrund der Änderung des Kommunalabgabengesetzes dazu verpflichtet seien. In diesem Zusammenhang wurde auf den Beschluss des Bundesverwaltungsgerichts vom 15. März 1985 verwiesen (Az: 8 B 11.84), in dem aus Gründen der Gebührengerechtigkeit festgelegt wurde, dass eine getrennte Gebührenermittlung

(30)
Telefonische Befragung von Herrn Jutzi und Frau Bartusch von den Wasser-/Abwasserbetrieben Dresden am 14.03.06.

lung immer dann erfolgen muss, wenn mehr als 12 bis 18 % der Gesamtkosten der Abwasserbeseitigung auf die Beseitigung des Niederschlagswassers entfallen. Da die Städte und Gemeinden generell aufgefordert sind, Gebührengerechtigkeit zu schaffen, kann davon ausgegangen werden, dass sie in zunehmendem Maße Datenbanken mit Angaben über überbaute, versiegelte,

teilversiegelte und unversiegelte Flächen erstellen. Damit entsteht eine Erhebungsgrundlage für die Ermittlung der Bodenversiegelung (z. B. Versiegelungsgrad), deren Dynamik sowie der Entsiegelung. Beispielhaft zeigt die folgende Tabelle eine Zusammenstellung der Gebührenerhebung auf Grundlage des Abwassersplittings ausgewählter Städte.

Tabelle 13
Inhaltliche Struktur von Erhebungsverfahren der Bodenversiegelung zur gesplitteten Gebührenerhebung

	Erfasste Flächen	Quelle
Dresden	<p>Bebaute Flächen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dachflächen ohne Regenwasserspeichereffekt 2. Dachflächen mit Regenwasserspeichereffekt, begrünte Dachflächen, Tiefgaragen außerhalb von Gebäuden <p>Befestigte Flächen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wasserundurchlässige Flächen 2. Teildurchlässige Flächen 3. Schwach ableitende Flächen 4. Wasserdurchlässige Flächen ohne der mit unbedeutender Wasserableitung 	<p>Stadtentwässerung Dresden, Technische Richtlinien; 2. Grundstücksentwässerung; Abflusswirksame Flächen. Richtlinie Nr. 2.4. gültig ab 14.04.1999</p>
Jena, Camburg sowie 18 Umlandgemeinden	<p>Grundfläche unter dem Dach</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Geneigte und Flachdächer b) Begrünte Dächer <p>Befestigte Flächen</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Asphalt, Beton, verfugte Platten, verfugtes Pflaster o. ä b) Betonverbundsteine, unverfugte Platten, unverfugtes Pflaster. c) Rasengittersteine, Schotter, Kies, Asche, „Öko“- Pflaster 	<p>Stadtwerke Jena-Pößneck GmbH. Abgerufen unter: www.stadtwerke-jena.de am 14.03.2006</p>
Gemeinde Sulzbach (Taunus)	<p>Dachflächen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Flachdächer, geneigte Dächer 2. Gründächer <p>Befestigte Grundstücksfläche</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vollversiegelte Fläche (Beton, Asphalt, Pflaster) 2. Teilversiegelte Fläche (Schotterrassen, Kies-/Splittdecke, Rasengitter) <p>Unbefestigte Grundstücksfläche</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Unversiegelte Fläche (Grünflächen, unbefestigte Flächen) 2. Baumaßnahmen 3. Gewässer 4. Öffentliche Grünfläche <p>Sonstige Flächen</p>	<p>Abgerufen unter: www.verwaltung.de/downloads/regenwasser.pdf am 14.03.2006</p>
Chemnitz	<p>Alle befestigten Flächen (Dächer, Parkplätze, Höfe, Wege ...)</p> <p>Erfassungsbeginn: II. Quartal 2005 (Erfassung über Luftbild, Fragebogen)</p>	<p>Stadtwerke Chemnitz AG. Abgerufen unter: www.swc.de/ am 15.03.2006</p>
Halle (Saale)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Überbaute Flächen (ohne Gründächer) 2. Begrünte Dachflächen 3. Beton / Asphalt 4. Plattenbelag / Verbundpflaster Betonstein / Großpflaster / Kleinpflaster 5. Rasengittersteine <p>(Erfassung über Fragebogen)</p>	<p>Hallesche Wasser und Abwasser GmbH. Abgerufen unter: www.stadtwerke-halle.de/downloads/niederschlag.pdf am 15.03.2006</p>
Königsutter am Elm	<p><i>Flächen, die an den Niederschlagswasserkanal angeschlossen sind:</i> Gebäude, Hof, Einfahrt</p> <p><i>Flächen, die an den Niederschlagswasserkanal angeschlossen sind aber versickerungsfähig</i> Versickerungsfähiges Pflaster</p> <p><i>Flächen, die an den Niederschlagswasserkanal angeschlossen sind, jedoch über Rückhaltung</i> (Erfassung über Fragenbogen, Planzeichnung)</p>	<p>Knof, M.; Ehlers, T. (2004) Vorermittlungen für die Einführung einer Niederschlagswassergebühr. Vortrag am 02./08.06.2004 Abwasserbeseitigungsbetrieb Stadt Königsutter am Elm. Abgerufen unter: www.koenigsutter.de/pics/medien/1_1088497577/Niederschlagswasser-Gebuehr_Internetversion.pdf am 15.03.2006</p>

Quelle: Eigene Darstellung

Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen

Fachlicher Hintergrund

Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen beziehen sich in der Konzeption des Nachhaltigkeitsbarometers auf Flächeneigenschaften, die insbesondere für deren Funktion im Naturhaushalt von Bedeutung sind („Akzeptoreigenschaften“). Im Gegensatz zu den Indikatoren zu Reduktionszielen fokussieren Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen somit auf qualitative Eigenschaften der Flächennutzung, jenseits einer globalen Unterscheidung von Siedlungsraum und Freiraum oder versiegelten und nicht versiegelten Flächen. Bei den Akzeptoreigenschaften ist zu unterscheiden zwischen physisch-materiellen Eigenschaften der von einer Inanspruchnahme für Siedlungszwecke betroffenen Bodenfläche (wie z. B. Bodenart und -typ, Bodenwertzahl, Biotoptyp, Vegetationsbestand) und planungsrechtlichen Zuweisungen an die Fläche (z. B. Schutzkategorien nach Naturschutz- oder Wasserrecht oder raumordnungsrechtliche Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete).

Die Qualität der von Überbauung und Bodenversiegelung betroffenen Böden war bislang kaum Gegenstand systematischer Analysen. Aufmerksamkeit erregte allenfalls die fortschreitende Überbauung und Versiegelung ertragreicher und damit für die Landwirtschaft bedeutsamer Böden. Dabei wird darauf verwiesen, dass sich Siedlungsgebiete aus historischen Gründen oft in landwirtschaftlich ertragreichen Gebieten entwickelt haben (WBGU 1994, S. 57). Die sich in Agglomerationsräumen konzentrierende Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke führe daher zu einer beschleunigten Abnahme dieses Ressourcenbestandes (Kaule 2002; Küpfer 1992; Fritz 1978; Zillenbiller 1974). Allerdings gibt es bis heute wenig quantifizierte empirische Belege für diesen Prozess – so z. B. für Baden-Württemberg und Thüringen, wo nachgewiesen werden konnte, dass die Versiegelungsgrade von überdurchschnittlich ertragreichen Böden signifikant höher sind als der Landesdurchschnitt (Sachs et al. o. J., S. 26 ff.; TLUG 2001, S. 51). Die Untersuchung von Sachs et al. (o. J., S. 18 ff.) bilanziert die Bodenversiegelung zudem nach Wassereinzugsgebieten sowie nach der räumlich differenzierten Filter- und Pufferkapazität des Bodens.

Auch zur Bautätigkeit in Schutzgebieten existieren nur wenig empirische Untersuchungen. Zwar mangelt es nicht an Mutmaßungen, dass der durch Landschaftsschutzgebiete gewährte Schutzanspruch häufig bauliche Eingriffe nicht verhindern kann (Heiland et al. 2005, Langer et al. 1993; Pohl 1992). Quantifizierte Bilanzen des Umfangs von Flächeninanspruchnahmen für Siedlungs- und Verkehrsnutzungen in Schutzgebieten existieren aber nach Kenntnis der Verfasser kaum (siehe z. B. Dietmann 1991).

Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen lassen sich zum einen für eine ex-post durchgeführte ökologische „Verlustrechnung“ der in einer Bilanzperiode für Siedlungs- und Verkehrszwecke in Anspruch genommenen Böden einsetzen („Wie war die Wertigkeit der in Anspruch genommenen Flächen?“). Zum anderen ermöglichen sie eine prospektive Bewertung potenzieller Siedlungs- und Verkehrsflächen, was im Rahmen der Umweltprüfung für Pläne und Programme zunehmend an Bedeutung gewinnen dürfte. Ein diesbezüglicher Indikator ist beispielsweise das „Baulandpotenzial“ im Außenbereich. Unter Baulandpotenzial wird der Bestand an jenen Außenbereichsflächen verstanden, die nach heutiger Kenntnis ohne gravierende ökologische Beeinträchtigungen und unter Beachtung von städtebaulichen Eignungskriterien für bauliche Zwecke potenziell nutzbar sind (Böhm et al. 2002). Baulandpotenzialmodelle, die auf die systematische Ausgrenzung solcher Flächen mithilfe von Restriktions- und Eignungskriterien abzielen, werden bislang meist im Rahmen von Standortfindungsprozessen eingesetzt (siehe z. B. Domhardt/Hilligardt 2000, vgl. Tab. 14). Denkbar ist aber, den methodischen Ansatz der Baulandpotenzialanalyse auch für die Indikatorenbildung im Rahmen einer Nachhaltigkeitsbilanzierung zu verwenden.

Erhebbarkeit und Validität von Daten zu Erhaltungs- und Schutzzielen

Die Messung von Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen bereitet nicht unerhebliche Schwierigkeiten, weil aus den Daten der amtlichen Flächenstatistik Aussagen zu qualitativen Eigenschaften der Siedlungs- und Verkehrsfläche nur sehr eingeschränkt ableitbar sind und Eigenschaften der von Flächeninanspruchnahmen betroffenen Böden gar nicht zu entnehmen sind. Entsprechende Analysen setzen daher GIS-gestützte Erhebungen vor-

Tabelle 14
Beispiele für die Restriktionsanalyse im Rahmen von Baulandpotenzialanalysen

Schutzgut	Schutzkategorie	Karlsruhe		Saarland	
		Tabu / hoher Konflikt	Konflikt	Tabu / hoher Konflikt	Konflikt
Natur und Landschaft	Naturschutzgebiete				
	Landschaftsschutzgebiete				
	Flächenhafte Naturdenkmale / geschützte Landschaftsbestandteile				
	Geschützte Biotope				
	FFH-Gebiete				
	Vogelschutzgebiete				
	Naturparke				
	Biotope nach Biotopkartierung				
	Landschaftsbild (hohe Bedeutung)				
	Geschützter Wald (Bannwald, Schonwald)				
	Sonstiger Wald				
Wasserhaushalt	Wasserschutzgebiete I				
	Wasserschutzgebiete II				
	Wasserschutzgebiete III				
	Überschwemmungsgebiete (gesetzl. festgelegt)				
	Sonstige Überschwemmungsgebiete				
Boden	Empfindliche/Schutzwürdige Böden				
Klima	Klimatisch bedeutsame Bereiche (z. B. Kaltluftbahnen)				
Rohstoffvorsorge	Abbaugelände / Vorranggebiete für Abbau				

Quelle: Karlsruhe: Böhm et al. 2002; Saarland: Domhard/Hilligardt 2000

aus, die zum Teil erheblichen personellen Aufwand aufwerfen.

Die amtliche Raumbewertung kann derzeit zur landschaftsökologischen Bedeutung der in einer Beobachtungsperiode für Siedlungs- und Verkehrszwecke beanspruchten Fläche keine belastbaren statistischen Erkenntnisse liefern. Neben ihrem Potenzial für den Natur- und Artenschutz betrifft dies vor allem die natürliche Ertragsfähigkeit von Böden. Eine diesbezügliche Bilanzierung wird zum einen durch den Mangel an länderübergreifend homogenen Daten erschwert. Zum anderen mangelt es an räumlich und zeitlich hoch auflösenden Daten zur Flächennutzung. Die bundesweit verfügbaren Daten aus den Flächenerhebungen nach Art der tatsächlichen Nutzung sind aufgrund ihres hohen Aggregationsniveaus nicht geeignet, Bodennutzungen in ihrer topographischen Dimension abzubilden.

Mittlerweile liegen zwar umfangreiche raumbezogene Datenbestände vor, die für die GIS gestützte Berechnung der Indikatoren verwendet werden können. Für eine bundesweit einheitliche Auswertung im

Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers ergeben sich dennoch erhebliche Schwierigkeiten. Die Geobasisdaten der Vermessungsverwaltung enthalten derzeit keinen Zeitbezug, sodass multitemporale Auswertungen nur durch eigene GIS-Analysen durchgeführt werden können (vgl. unzerschnittene Räume). Aufgrund der Länderanpassung des ATKIS DLM 25 sowie der unterschiedlichen Erfassungsstände in den Ländern sind bundesweit einheitliche Auswertungen und damit auch Ländervergleiche nur mit Einschränkungen möglich. Aufgrund des derzeitigen Aufbaus der Datenbestände und der damit verbundenen schrittweisen inhaltlichen Verdichtung stehen diese Daten auch für zeitbezogene Auswertungen nur eingeschränkt zur Verfügung. Für bundesweite Anwendungen bietet sich daher mittelfristig nur der Datenbestand des CORINE Land Cover 2000 an, mit dem Veränderungen der Landnutzung zwischen 1990 und 2000 klein- bis mittelmaßstäblich ermittelt werden können.

Auch die raumbezogenen Daten, die die Akzeptoreigenschaften von Böden und Flächen – insbesondere die planungsrechtli-

chen Zuweisungen – beschreiben, werden in der Regel monotemporal vorgehalten. Hierbei ist das Bestreben handlungsleitend, möglichst aktuelle Datenbestände zur Verfügung zu haben. Während dies bei Grundlagendaten wie beispielsweise den Bodendaten nicht zu Einschränkungen bei der Aussagekraft führt, sind Daten zu planerischen Festsetzungen oder Zielaussagen nur eingeschränkt verwendbar. Im Rahmen von Zulassungsverfahren für die Siedlungsentwicklung werden die durch die Flächeninanspruchnahme auftretenden Konflikte vorab gelöst und lassen sich nur aus der Aktualisierung der Daten ablesen.

Für die Berechnung der Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen innerhalb der beiden Testgebiete wurde aus dem ATKIS DLM 25 ein Datenbestand der Siedlungs- und Verkehrsfläche errechnet, der mit den jeweiligen Daten der Akzeptoreigenschaften in Beziehung gesetzt wird. Dieser Datenbestand wurde aus den flächenhaften Informationen der Siedlungs- und Siedlungsfreiflächen, sowie den flächen- und linienhaften Informationen der Verkehrsflächen gebildet. Die linienhaften Informationen (Straßen und Eisenbahnlinien) wurden abhängig von der Widmung, der Anzahl der Spuren oder der angegebenen Breite der Verkehrswege in eine Fläche überführt. Dieser Datenbestand wird im Folgenden als „Siedlungsgrundriss“ bezeichnet. In Abbildung 8 ist der Siedlungsgrundriss als rote Umrandung um die Siedlungs-, Siedlungsfrei- und Verkehrsflächen dargestellt. Der

Siedlungsgrundriss fasst die bezeichneten Flächen in einer flächenhaften Abgrenzung zusammen.

Indikatoren – Auswahl, Anwendung und Messergebnisse

Einen Überblick über die Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen gibt Tabelle 15. Vorgesprochen werden vier Kernindikatoren: Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit, die Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit, die Durchgrünung des Siedlungsraumes und die Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften.

Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (E1)

Zielbezug:

EZ 1 – Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit)

Berechnung:

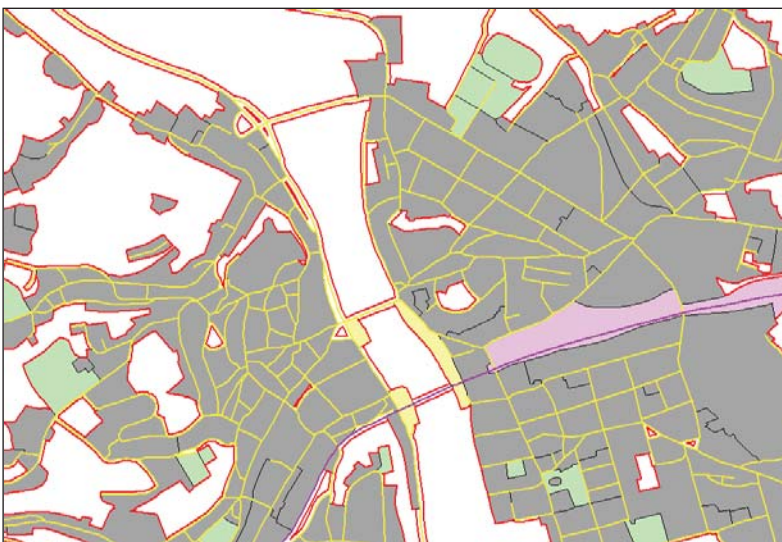
$$E1 = \frac{\sum \text{SuV_Fl\ddot{a}che auf B\ddot{o}den m. Bodenzahl > 60}}{\sum \text{B\ddot{o}den m. Bodenzahl > 60 (gesamt)}} \times 100 [\%]$$

Der Indikator „Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit“ quantifiziert den Verlust solcher Böden in einer Gebietseinheit zu einem gesetzten Zeitpunkt. Voraussetzung für eine Realisierung dieser Messgröße sind räumlich hoch auflösende Daten zur räumlichen Verteilung von Siedlungs- und Verkehrsnutzungen sowie Daten zur natürlichen Ertragsfähigkeit der Böden.

Die hier vorgestellte Realisierung erfolgt auf zwei Rechenwegen, einer einfachen Hochrechnung mit vergleichsweise hoch aggregierten Daten für die Bundes- und Landesebene und einer räumlich präziseren Erfassung unter Einsatz disaggregierter Flächennutzungs- und Bodendaten für die Testlandkreise. Das Hochrechnungsverfahren nutzt Daten aus den Flächenerhebungen nach Art der tatsächlichen Nutzung sowie Daten des vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens „Der Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland“, in welchen Rasterdaten mit Angaben zur natürlichen Ertragsfähigkeit des Bodens enthalten sind. Der zweite Ansatz basiert auf differenzierteren Flächennutzungs- und Bodendaten; zum Einsatz kommen dabei Daten aus dem ATKIS und den Bodeninformationssystemen der Länder.

Abbildung 8

Beispielhafte Darstellung des „Siedlungsgrundrisses“ von Meißen (die rote Linie umgrenzt alle flächenhaften Siedlungs- und Verkehrsnutzungen)



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 15
Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen

Lfd. Nr.		Indikator – Kurzbezeichnung	Indikator – Kennzahl	Zielbezug	Nutzungsmuster/-änderung
E1	K	Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	Anteil der SuV-Fläche auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Bodenzahl >60) in %	EZ 1	NÄ
E2	K	Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	Verhältnis des Anteils neuer SuV-Fläche auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (durchschnittliche Bodenzahl >60) am gesamten SuV-Flächenzuwachs einer Gebietseinheit zum Anteil der bestehenden SuV-Fläche auf diese Böden an der gesamten SuV-Fläche	EZ 1	NÄ
E3	K	Durchgrünung des Siedlungsraums	Anteil erholungsgerechter Flächen (Erholungs- und Friedhofsfläche) an der SuV-Fläche in %	EZ 2	NM
E4	E	Veränderung der Durchgrünung des Siedlungsraums	Veränderung des Anteils der Erholungs- und Friedhofsflächen an der SuV-Fläche in Prozentpunkten	EZ 2	NÄ
E5	E	Waldversorgung	Verfügbarkeit von Waldflächen im 20-km-Radius um den Wohnstandort in m ² /EW	EZ 2	NM
E6	E	Unzerschnittene Räume	Anteil der UZVR >100 km ² an der Gesamtfläche in %	EZ 3 (SZ 6)	NM
E7	E	Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten	Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil in Schutzgebieten (TW-SG, LSG, NSG, Nationalpark, flächenhaftes Naturdenkmal) in %	EZ 4	NÄ
E8	E	Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften	Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in schutzwürdigen Landschaften (gemäß BfN) an der Gesamtfläche schutzwürdiger Landschaften in %	EZ 2 EZ 3 EZ 4	NM
E9	K	Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften	Verhältnis des Anteils neuer SuV-Flächen in schutzwürdigen Landschaften am gesamten Siedlungsflächenzuwachs zum Anteil der SuV-Flächen in schutzwürdigen Landschaften an der gesamten SuV-Fläche	EZ 2 EZ 3 EZ 4	NÄ
E10	E	Baulandpotenzial	Fläche des für Siedlungszwecke potenziell nutzbaren Freiraums („restriktionsarm“ und „städtebaulich geeignet“) in Relation zur bestehenden Siedlungs- und Verkehrsfläche in %	EZ 1 EZ 2 EZ 3 EZ 4	NM

Quelle: Eigene Darstellung

Für eine bundesweite Erhebung des Indikators E1 wurde der Rasterdatenbestand zur natürlichen Ertragsfähigkeit (Bodenzahlen) mit gemeindebezogenen Daten der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung mit einem einfachen Verfahren gekoppelt. Zunächst erfolgte eine Verschneidung der Rasterdaten mit den administrativen Grenzen der Gemeinden und eine anschließende Aggregation der Bodenzahl für jede Gemeinde. Berechnet wird auf diese Weise die durchschnittliche Bodenzahl, abgeleitet aus dem arithmetischen Mittel aller einer Gemeinde zugehörigen Rasterzellen. Die Gemeinden können anschließend entsprechend ihrer durchschnittlichen Bodenzahl in Klassen zusammengefasst werden („hohe Ertragsfähigkeit“ bei Bodenzahl >60, „mittlere und geringe Ertragsfähigkeit“ bei Bodenzahlen <60). Eine dann erfolgende Überlagerung mit bereits erhobenen Indikatoren zu Reduktionszielen (z. B. Flächeninanspruchnahme, Dynamik der Flächeninanspruch-

nahme) vermittelt einen ersten Eindruck, in welchem Umfang Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit in Deutschland bereits durch die Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke in Anspruch genommen wurden bzw. in welchem Umfang sich die aktuelle Siedlungstätigkeit auf solchen Böden vollzieht.

Der durchschnittliche SuV-Anteil in Kommunen mit hochwertigen Böden betrug im Jahr 2000 in Deutschland fast 15 % und liegt damit deutlich höher als der Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil insgesamt (12,3 %). Die stärksten Ressourcenbestandsverluste lassen sich für das Bundesland Nordrhein-Westfalen mit etwa 28 % feststellen. Der geringste Wert (8,9 %) wurde für Thüringen errechnet. In Zentralräumen (nach BBR) sind bereits über ein Viertel des Bestandes hochwertiger Böden für Siedlungs- und Verkehrszwecke beansprucht – in peripheren Räumen demgegenüber erst knapp 10 %.

Tabelle 16

Indikator E1: Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Anteil der SuV auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Bodenzahl >60) in %; hier: Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Kommunen mit Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (durchschnittliche Bodenzahl >60) in %) – Länderwerte für das Jahr 2000

Land	Flächeninanspruchnahme in % (2000)	nachr.: Flächenanteil der Kommunen mit hochwertigen Böden an der Gesamtfläche des Landes in %
Baden-Württemberg	15,9	17,6
Bayern	10,4	27,4
Brandenburg	–*	0,0
Hessen	18,8	14,1
Mecklenburg-Vorpommern	–*	0,0
Niedersachsen	13,9	15,2
Nordrhein-Westfalen	28,3	29,3
Rheinland-Pfalz	9,1	19,1
Saarland	–*	0,0
Sachsen	10,0	7,7
Sachsen-Anhalt	11,7	34,0
Schleswig-Holstein	9,4	39,6
Thüringen	8,9	12,6
Bund (ohne Stadtstaaten)	14,8	18,0
<i>Zentralraum</i>	<i>28,6</i>	<i>30,4</i>
<i>Zwischenraum</i>	<i>12,8</i>	<i>22,6</i>
<i>Peripherieraum</i>	<i>9,7</i>	<i>14,3</i>

* das Land verfügt über keine Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit

Quelle: Eigene Darstellung

(31)

Der geologische Dienst stellt eine Karte der schutzwürdigen Böden zur Verfügung, die als Bodenschutzfachbeitrag für die Regionalplanung gedacht ist. In dieser Karte wird die Schutzwürdigkeit von Böden anhand der Kriterien „Archiv der Natur- und Kulturgeschichte“, „Biotopentwicklungspotenzial“ und „natürliche Bodenfruchtbarkeit“ in drei Stufen bewertet.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte der Indikator jedoch lediglich mit Daten der Flächenerhebungen 1997 und 2001 realisiert werden. Die den Auftragnehmern vorliegenden gemeindefreien Daten der Flächenerhebung 2005 waren aufgrund der erheblichen Gebietsstandsänderungen in einigen ostdeutschen Bundesländern nicht für eine Fortschreibung einsetzbar.

Neben diesem einfachen Hochrechnungsverfahren wurde ein zweiter Erhebungsweg entwickelt, der auf räumlich höher auflö-

senden Daten zur Flächennutzung und Bodenqualität beruht. Dazu werden Fachdaten der jeweiligen Ämter (die Bodenkarte 1 : 50 000 NRW des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen sowie die Bodenkarte des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie) verwendet, die die natürliche Ertragsfähigkeit sowie die Einschätzung der Schutzwürdigkeit der Böden³¹ abbilden. Diese Datenbestände wurden mit dem aus ATKIS DLM 25/2 abgeleiteten „Siedlungsgrundriss“ verschnitten. Hierzu wurden zunächst aus den Bodenfachdaten die Böden hoher Ertragsfähigkeit ermittelt. Für den nordrhein-westfälischen Datenbestand der geologischen Karte 1 : 50 000 wurden dazu die Flächen mit einer Bodenwertzahl ≥ 60 selektiert und anschließend mit dem Datenbestand des Siedlungsgrundrisses verschnitten. Für den sächsischen Datenbestand wurde analog der Datenbestand der Bodenkarte verwendet. Da der Datenbestand der Bodenkarte des Freistaates Sachsen keine Bodenwertzahlen enthält, wurde als „Ersatzgröße“ das „ackerbauliche Ertragspotenzial“ verwendet. Dieses gibt den potenziellen Ertrag für Wintergerste in Dezitonnen je Hektar und Jahr an. Als Böden hoher Ertragsfähigkeit wurden die Flächen betrachtet, die ein potenzielles Ertragspotenzial von mehr als 80 Dezitonnen je Hektar aufweisen.

Mit diesem Verfahren errechnet sich für den Kreis Wesel, dass bis heute etwa 17 % der Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit für SuV-Zwecke in Anspruch genommen wurden. Für den Landkreis Meißen wurde ein Anteil von knapp 11 % ermittelt. In beiden Kreisen ist der Überbauungsgrad hochwertiger Böden somit – im Gegensatz zum Bundesgebiet – leicht unterdurchschnittlich (siehe hierzu den Indikator „Flächeninanspruchnahme“).

Tabelle 17

Inanspruchnahme von Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit in den Landkreisen Wesel und Meißen und deren Inanspruchnahme für SuV-Nutzungen

	Kreis Wesel	Kreis Meißen
Böden hoher Ertragsfähigkeit* insgesamt (ha)	8 075	29 217
SuV-Fläche auf Böden hoher Ertragsfähigkeit (ha)	1 393	3 144
Inanspruchnahme von Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit in %	17,3	10,8

* für NRW: Böden mit einer Bodenwertzahl ≥ 60 ;
für Sachsen: Böden mit einer potenziellen Ertragsfähigkeit ≥ 80 dt/ha

Quelle: Eigene Darstellung

Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (E2)

Zielbezug:

EZ 1 – Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit)

Berechnung

$$E2 = \frac{\frac{\sum \text{neue SuV_Fl. auf Böden m. Bodenzahl} > 60}{\sum \text{SuV_Flächenzuwachs (gesamt)}}}{\frac{\sum \text{bestehende SuV_Fl. auf Böden m. Bodenzahl} > 60}{\sum \text{SuV_Fläche (gesamt)}}} [-]$$

Der Indikator R2 „Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit“ ist das Verhältnis des Anteiles von Siedlungs- und Verkehrsflächenzuwachs auf landwirtschaftlich hochwertigen Böden am gesamten Siedlungs- und Verkehrsflächenzuwachs einer Gebietseinheit zum Anteil der bestehenden Siedlungs- und Verkehrsfläche auf diesen Böden an der insgesamt bestehenden Siedlungs- und Verkehrsfläche der betreffenden Gebietseinheit.

Tabelle 18

Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (hier: Verhältnis des Anteiles neuer SuV in Kommunen mit Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Bodenzahl >60) am gesamten SuV-Zuwachs des Landes zum Anteil der SuV dieser Kommunen an der gesamten SuV des Landes) – Länderergebnisse für 1996-2000

Land	Dynamik der Flächeninanspruchnahme (1996-2000)
Baden-Württemberg	1,06
Bayern	1,04
Brandenburg	–*
Hessen	0,97
Mecklenburg-Vorpommern	–*
Niedersachsen	1,03
Nordrhein-Westfalen	1,05
Rheinland-Pfalz	1,09
Saarland	–*
Sachsen	0,86
Sachsen-Anhalt	1,33
Schleswig-Holstein	0,88
Thüringen	0,73
Bund (ohne Stadtstaaten)	1,05
Zentralraum	–**
Zwischenraum	–**
Peripherieraum	–**

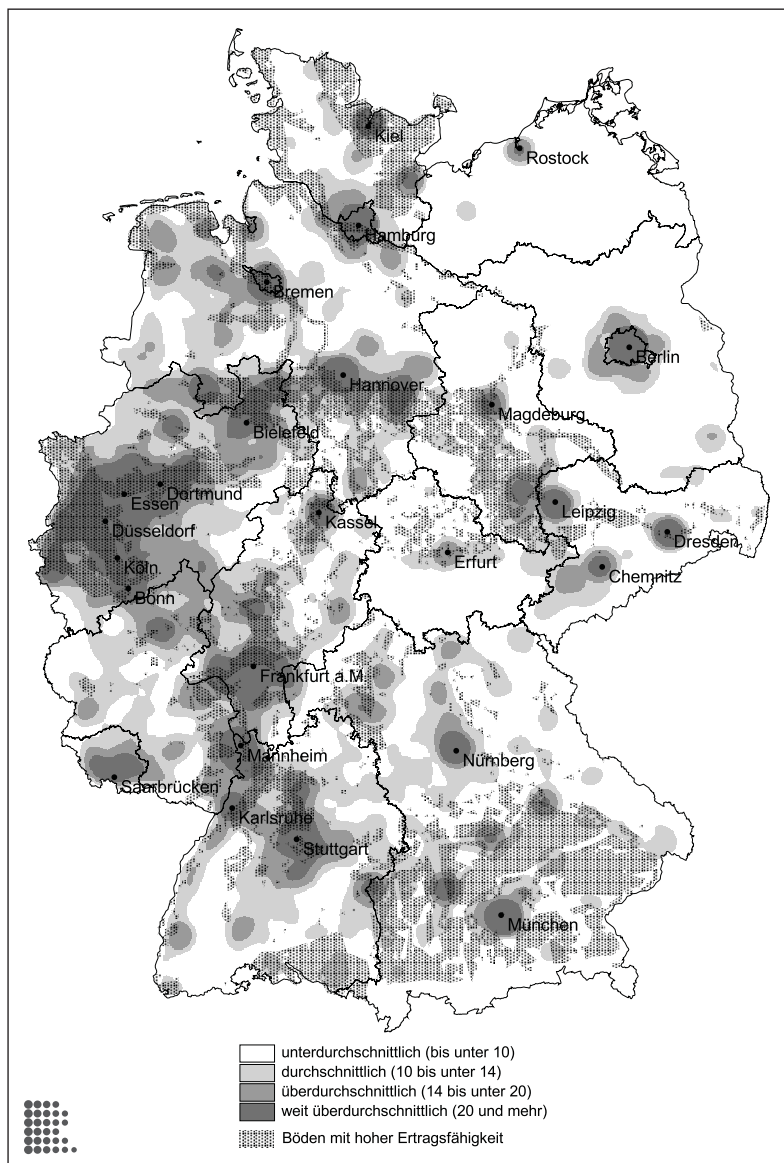
* das Land verfügt über keine Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit

** nicht realisiert

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 9

Indikator E1: Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Flächen mit Bodenzahlen >60 in Relation zum Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil 2001 in %)



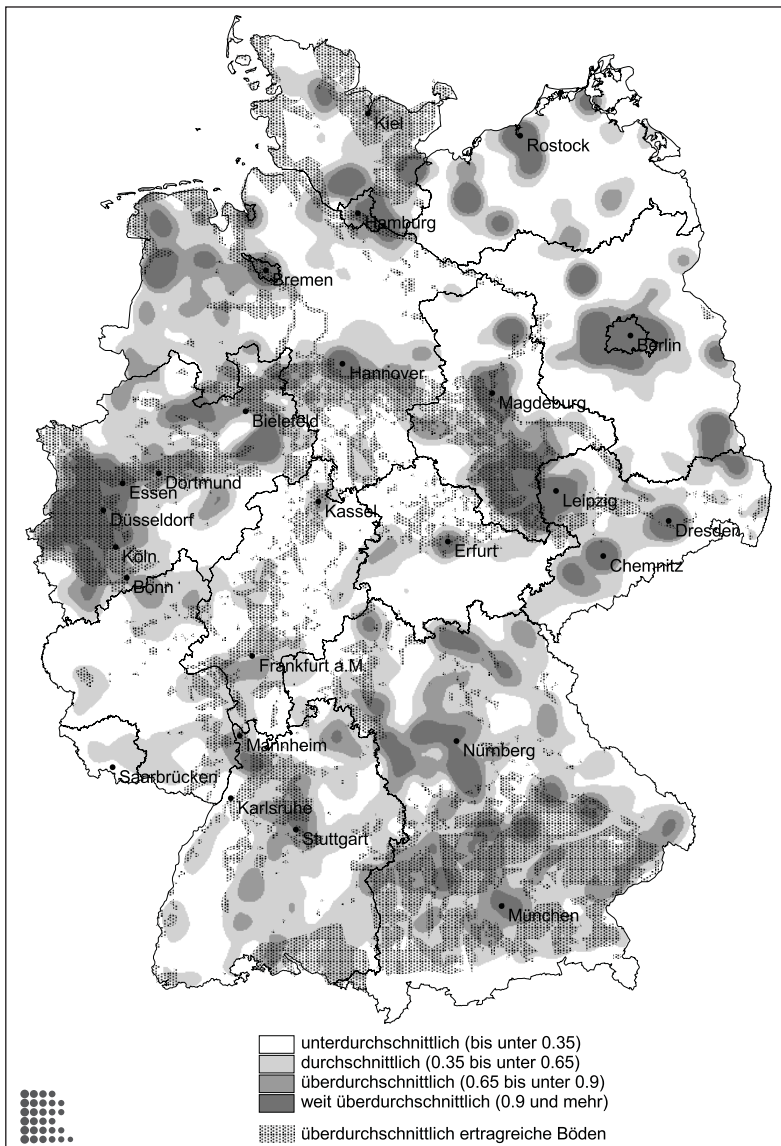
Quelle: Eigene Darstellung

Zur Realisierung von Indikator R2 wurde auf dieselben Datengrundlagen wie bei Indikator R1 zurückgegriffen. Berechnet wird der Anteil des Siedlungs- und Verkehrsflächenzuwachses in Gemeinden mit hochwertigen Böden am gesamten Siedlungs- und Verkehrsflächenzuwachs. Dieser Anteil wird ins Verhältnis gesetzt zum Anteil der bestehenden Siedlungs- und Verkehrsfläche in diesen Gemeinden an der insgesamt bestehenden Siedlungs- und Verkehrsfläche. Ein Wert größer 1,0 bringt dabei zum Ausdruck, dass die Siedlungstätigkeit in Gebieten mit hochwertigen Böden überdurchschnittlich ausfällt, ein Wert kleiner 1,0 besagt, dass die Siedlungstätigkeit dort von

unterdurchschnittlicher Intensität ist. Hintergrund dieser Indikatorformulierung ist das Ziel, dass die Siedlungstätigkeit in Gebieten mit landwirtschaftlich hochwertigen Böden zumindest nicht höher sein soll, als es dem aktuellen Anteil dieser Gebiete am SuV-Bestand des jeweils betrachteten Raumes entspricht. Würden also beispielsweise Kommunen mit hochwertigen Böden (Bodenzahl >60) einen Anteil von 50 % am gesamten SuV-Zuwachs eines Bundeslandes stellen, betrüge aber der aktuelle Anteil der betreffenden Kommunen am Siedlungs- und Verkehrsflächenbestand des Landes nur 25 %, ergäbe sich so ein Indikatorwert von 2,0.

Abbildung 10

Indikator E2: Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (hier: Flächen mit Bodenzahlen >60 in Relation zur Veränderung des Siedlungs- und Verkehrsflächenanteils 1996-2000 in Prozentpunkten)



Quelle: Eigene Darstellung

Bundesweit wurde für den Zeitraum zwischen 1996 und 2000 ein Wert von 1,05 ermittelt, der zum Ausdruck bringt, dass Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit leicht überdurchschnittlich von der Flächeninanspruchnahme in diesem Zeitraum betroffen waren. Werte größer 1,0 zeigen sich in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt. Eine unterdurchschnittliche Inanspruchnahme hochwertiger Böden kann demgegenüber in Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen festgestellt werden. Für die Testlandkreise konnte dieser Indikator nicht umgesetzt werden, weil historische Flächennutzungsdaten aus ATKIS nicht verfügbar waren.

Durchgrünung des Siedlungsraumes (E3)

Zielbezug:

EZ 2 – Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft

Berechnung:

$$E3 = \frac{\sum \text{erholungsg geeignete Fläche}}{\sum \text{SuV Fläche}} \times 100 [\%]$$

oder

$$E3 = \frac{\sum \text{erholungsg geeignete Fläche}}{\sum \text{Einwohner}} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{EW}} \right]$$

Dritter Kernindikator ist die „Durchgrünung des Siedlungsraumes“, welcher in zweifacher Form erhoben wird: als Anteil erholungsgeeigneter Flächen an der SuV-Fläche und als erholungsgeeignete Fläche je Einwohner. Für eine bundesweite Realisierung dieses Indikators kann derzeit nur der statistisch erfasste Anteil der Erholungs- und Friedhofsflächen an der SuV-Fläche als Näherungswert herangezogen werden. Einschränkungen der Aussagefähigkeit dieser Messgröße bestehen darin, dass nicht die gesamte innerörtliche Grün- ausstattung, sondern lediglich die als Erholungs- und Friedhofsflächen kategorisierten Grünflächen erfasst werden. Unberücksichtigt bleiben etwa Straßenbegleitgrün, Hausgärten oder das Grün auf Freiflächen, die Gebäuden zugeordnet sind.

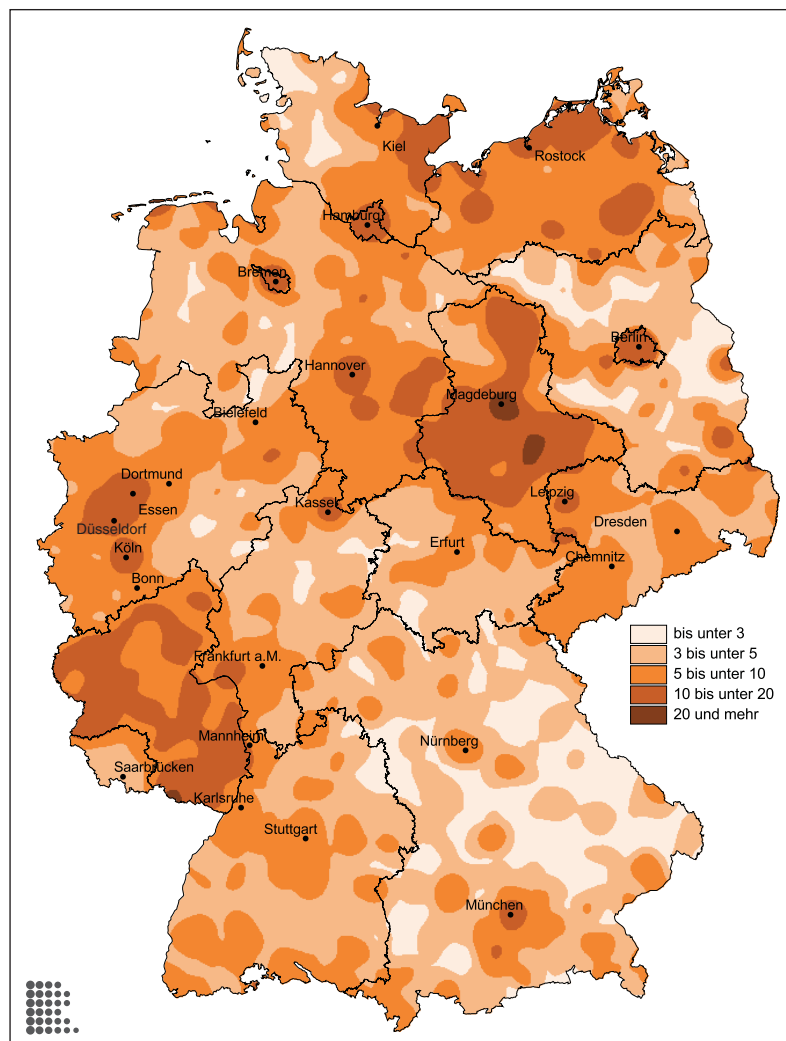
Bundesweit kann für 2004 ein Anteil von Erholungs- und Friedhofsflächen in Höhe von 7,6 % an der Siedlungs- und Verkehrsfläche festgestellt werden. Jedem Einwohner stehen somit durchschnittlich 44 m² Erholungs- und Friedhofsfläche zur Verfügung. In Ländern mit höherer Bevölkerungsdichte ist der Anteil erholungsgeeigneter Flä-

chen an der SuV-Fläche höher als in Ländern mit stärker ländlicher Prägung. Dies wird auch durch die Berechnung des Indikators für die Raumstrukturtypen bestätigt. Im Zentralraum ist der Erholungs- und Friedhofsflächenanteil mit knapp 11 % an der gesamten SuV-Fläche fast doppelt so hoch wie in peripheren Regionen.

Zwei Bundesländer fallen mit einem besonders hohen (statistisch gemessenen) Durchgrünungsgrad auf – Sachsen-Anhalt und Rheinland-Pfalz (siehe hierzu auch Abb. 11). Hier sollte geprüft werden, ob dies möglicherweise auf einen im Vergleich zu anderen Bundesländern abweichenden Umgang der Vermessungsverwaltungen mit der Kategorie Erholungsfläche zurückzuführen ist (siehe hierzu auch Anhang 1). Für die Testlandkreise ergeben sich Werte von 8,7 % (Kreis Wesel) und 6,5 % (Landkreis Meißen), jeweils für das Jahr 2004.

Die Ergebnisse zeigen die Schwäche des Indikators deutlich auf, die tatsächlich vorhandene und für die Bewohner erleb- und nutzbare Durchgrünung des Siedlungsraumes zu erfassen, die in ländlichen Gebieten mit Sicherheit höher ist als in stark städtisch geprägten Räumen. Für den Indikator Durchgrünungsgrad sollten daher zukünftig Daten erhoben werden, die die tatsächliche Grünausstattung des Siedlungsraumes differenzierter abbilden können. In sachlicher Analogie zur Erhebung der Versiegelung (R4) wurden in einem strukturtypenbasierten Schätzverfahren für die kreisfreien Städte Deutschlands die Grünflächenanteile in % sowie das spezifische Grünvolumen in m^3/m^2 bestimmt. Danach werden für Stadtstrukturtypen auf der Grundlage von 52 Biotoptypen über Luftbildauswertung mittlere Vegetationsausstattungen empirisch ermittelt und eine anschließende Hochrechnung der Durchgrünung vorgenommen (Arlt et al. 2002 und 2005). Eine technisch elegantere Bestimmung der mittleren Vegetationsausstattung könnte über die Auswertung von Daten aus Laserscanbefliegungen realisiert werden, wie sie von Meinel und Hecht (2005) für das Gebiet der Landeshauptstadt Dresden vorgenommen wurde (Abb. 12). Der Vorteil von Scannerdaten liegt in der Optimierung des technischen Aufwandes, um die Durchgrünung dreidimensional zu erfassen und strukturtypische Mittelwerte des Grünvolumens (siehe Tab. 20, S. 74) abzuleiten. Nachteil solcher Vorgehensweise ist jedoch analog zur Bestimmung der Bodenversiegelung,

Abbildung 11
Indikator E3: Anteil der Erholungsflächen an der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2004 in %³²



Quelle: Eigene Darstellung

dass Veränderungen der Durchgrünung nur bei erfassten Nutzungsänderungen detektiert werden können. Bestandsänderungen von Vegetationsstrukturen auf Flächen, deren Nutzung sich im zeitlichen Verlauf nicht ändert, könnten nur durch eine erneute Befliegung erkannt werden.

Alternativ zu den beiden dargestellten Vorgehensweisen, wurde eine auf ATKIS DLM 25 beruhende Vorgehensweise getestet. Ausgehend von der Grundüberlegung, dass die Durchgrünung weniger vom Grünflächenanteil am Siedlungsraum sondern eher von der räumlichen Verteilung von Grünflächen (auch im Sinne einer siedlungsstrukturellen Beurteilung) abhängig ist, wird das Verhältnis der Kanten, an denen Siedlungs- und Siedlungsfreiflächen aneinander stoßen mit der restlichen

(32)

Die Karte ist das Ergebnis einer Interpolation von Gemeindedaten des Jahres 2005. Dabei wurde die Flächennutzung auf ein 1-km-Raster projiziert; eingesetzt wurde ein Fangradius von 20 km um jede Rasterzelle.

Tabelle 19

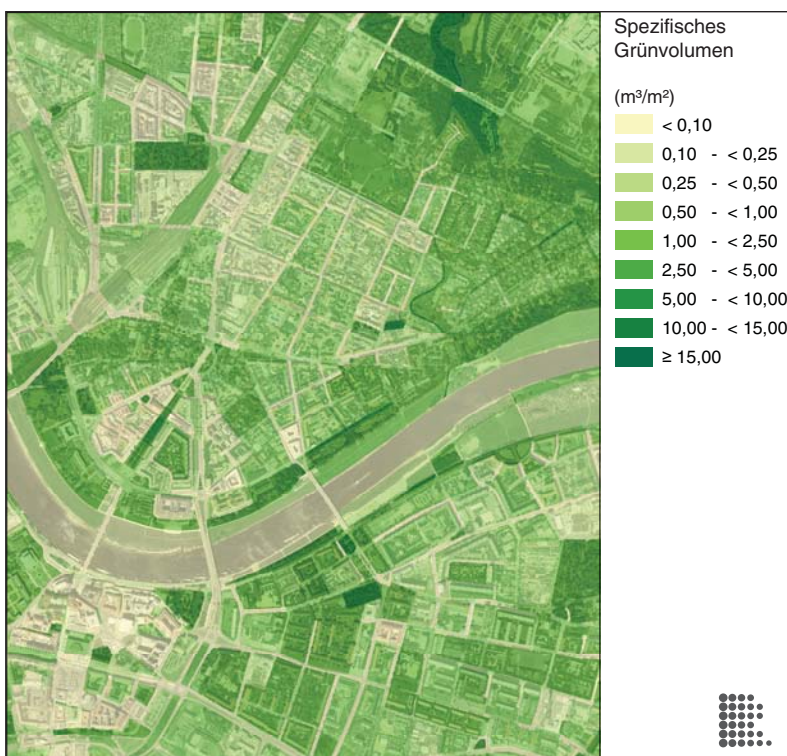
Indikator E3: Durchgrünung des Siedlungsraumes (Anteil erholungsgerechter Flächen (Erholungs- und Friedhofsfläche) an der SuV-Fläche in % und Erholungs- und Friedhofsfläche je Einwohner) – Länderergebnisse für 2004

Land	Anteil erholungsgerechter Flächen an der SuV (%) im Jahr 2004	Erholungs- und Friedhofsfläche je Einwohner (m ² je Einwohner) im Jahr 2004
Baden-Württemberg	6,2	28
Bayern	4,7	29
Brandenburg	5,5	55
Hessen	6,6	35
Mecklenburg-Vorpommern	9,9	96
Niedersachsen	7,3	57
Nordrhein-Westfalen	8,3	34
Rheinland-Pfalz	12,0	81
Saarland	5,9	29
Sachsen	7,4	37
Sachsen-Anhalt	–	–
Schleswig-Holstein	7,5	50
Thüringen	5,4	33
Bund	7,6	42
<i>Zentralraum</i>	<i>10,8</i>	
<i>Zwischenraum</i>	<i>6,7</i>	
<i>Peripherieraum</i>	<i>6,4</i>	

Quelle: Eigene Darstellung; keine Angaben für Sachsen-Anhalt aufgrund statistischer Umschlüsselungen (vgl. Anhang 1)

Abbildung 12

Bestimmung des spezifischen Grünvolumens (m³ Grünvolumen je m² Grundfläche) auf Ebene von Baublöcken für das Gebiet der Landeshauptstadt Dresden



Quelle: Meinel/Hecht 2005

Tabelle 20

Strukturtypenspezifische Grünvolumenwerte (beispielhafte Angaben), ermittelt für die Landeshauptstadt Dresden

Strukturtyp	Spezifisches Grünvolumen (m ³ /m ²)
Geschlossene Blockbebauung	0,40
Offene Blockbebauung	1,20
Zeilen-/Reihenhausbebauung	0,96
Einzel-/Doppelhausbebauung	1,50
Sport- und Freizeitanlagen	1,79
Kleingärten	1,02
Ackerflächen	1,2
Waldflächen	7,9

Quelle: Meinel/Hecht 2005, S. 35

Außenkante der Siedlungsflächen des ATKIS in Beziehung gesetzt. Es ergibt sich ein Maß für die Einbettung der Siedlungsfreiflächen in die Siedlungsfläche. Obwohl die Außengrenze der Siedlungsfläche insgesamt als Grenze zum Freiraum angesehen werden kann, wurde der berechnungsrelevante Freiraum auf die Siedlungsfreiflächen eingeschränkt. Somit wird eine positive Beurteilung der Durchgrünung im Falle einer stark dispers geprägten, „zerklüfteten“ Siedlungsstruktur vermieden.

Die Berechnung wurde auf der Grundlage eines aus dem ATKIS DLM 25 abgeleiteten Datensatzes erstellt, der zusammenhängende Siedlungsflächen sowie die Siedlungsfreiflächen enthält. Zunächst wurden die Siedlungsflächen der Objektarten:

- Wohnbaufläche (2111),
- Industriefläche (2112),
- Fläche gemischter Nutzung (2113) und
- Fläche besonderer funktionaler Prägung (2114)

zu einem Datensatz zusammengestellt, in dem alle aneinander anstoßende Flächen zu einer Gesamtfläche zusammengefasst wurden. Hierzu wurden innen liegende Grenzen zwischen den genannten Objektarten entfernt und somit zusammenhängende Siedlungsflächen berechnet. In diesen Datenbestand wurden die Siedlungsfreiflächen integriert, wobei folgende Nutzungsarten berücksichtigt wurden:

- Sportanlage (2201)
- Freizeitanlage (2202)
- Freilichttheater (2211)
- Freilichtmuseum (2212)
- Friedhof (2213)

- Zoo (2225)
- Freizeitpark, Safaripark, Wildgehege (2226)
- Grünanlage (2227)
- Campingplatz (2228)
- Golfplatz (2230)

Es entsteht ein Datenbestand der Siedlungs- und Siedlungsfreiflächen, in dem nur die Außengrenzen der Nutzungen sowie die Innengrenzen zwischen den Siedlungs- und den Siedlungsfreiflächen erhalten bleiben. Es ist somit möglich, die Flächenkanten zu identifizieren, die eine Abgrenzung zwischen den Siedlungsflächen und den Siedlungsfreiflächen (vgl. Abb. 13) bilden. Zur Ermittlung des Durchgrünungsgrades wurde die Länge dieser Kante mit dem gesamten Umfang oder – alternativ – mit der gesamten Fläche des jeweiligen Siedlungsbestandes in Beziehung gesetzt.

$$Dgr = \frac{\sum_{j=1}^m K_j}{U} \quad \text{oder} \quad Dgr = \frac{\sum_{j=1}^m K_j}{F}$$

Dgr = Durchgrünungsgrad
 U = Umfang der Siedlungsflächen
 F = Gesamtfläche der Siedlung
 K_j = Länge der Kante_j

Die für die beiden Testkreise errechneten Ergebnisse sind in Tabelle 21 gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, dass der Durchgrünungsgrad im Kreis Wesel deutlich höher ausfällt als im Landkreis Meißen. Eine Interpretation dieser Werte sollte aber vorsichtig ausfallen. Denn eine einfache Modellrechnung (Abb. 14) zeigt, dass mehrere kleine Siedlungsfreiflächen unter sonst gleichen Bedingungen einen numerisch höheren Durchgrünungsgrad erzielen als eine große Siedlungsfreifläche. Dabei ist zu bedenken, dass kleine Freiflächen naturgemäß stärker von negativen Randeinflüssen (z. B. Verlärmung) betroffen sind als größere Siedlungsfreiflächen. Auch die kleinklimatische Ausgleichsfunktion dürfte bei kleinen Freiflächen weniger stark ausge-

Abbildung 13
 Ermittlung des Durchgrünungsgrades
 (Siedlungsflächen sind grau, Freiflächen sind grün dargestellt; die Kanten zwischen Siedlungs- und Freiflächen sind rot dargestellt)



Quelle: Eigene Darstellung

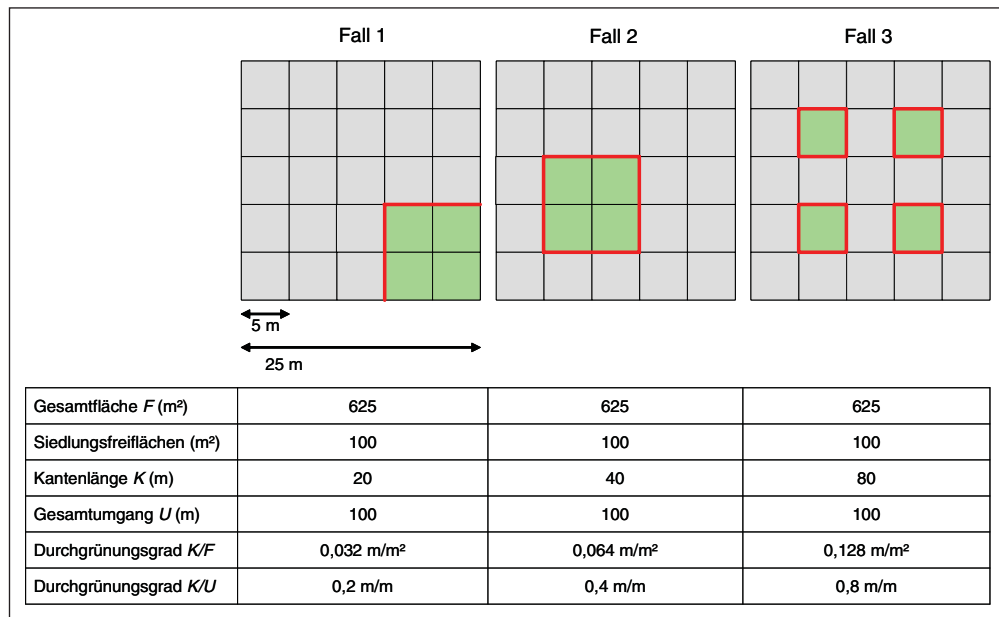
prägt sein als bei großen Flächen. Die Modellrechnung zeigt weiterhin, dass außen liegende Siedlungsfreiflächen schlechter abschneiden als innen liegende Freiflächen. Dieser Effekt ist jedoch durchaus erwünscht, da innen liegende Freiflächen bei gleicher Einwohnerverteilung und gleichem Mobilitätsaufwand von mehr Erholungssuchenden erreichbar sind. Zu bedenken ist schließlich auch der Einfluss der Form der Siedlungsfreiflächen – kompakte Flächen weisen bei gleichem Flächeninhalt kürzere Kanten aus als Flächen mit unregelmäßiger Struktur (z. B. Straßenbegleitgrün mit stark linearer Ausprägung). Auch hier ist zu überlegen, ob ein solcher Effekt die Abbildung des Indikandums – die Durchgrünung des Siedlungsraumes – nicht konterkariert. Insgesamt wird hier aber die Meinung vertreten, dass der Indikator die Durchgrünung des Siedlungsraumes besser abbildet als eine einfache statistische Inbezugsetzung von Erholungs- und Friedhofsfläche und Siedlungs- und Verkehrsfläche.

Tabelle 21
 Ergebnisse einer alternativen Berechnung des Durchgrünungsgrades auf der Grundlage des Verhältnisses der Siedlungs-/Freiraumkante zur Siedlungsfläche für die Landkreise Wesel und Meißen

	Kreis Wesel	Landkreis Meißen
Siedlungsfläche (km ²)	3 340	1 564
Länge der Siedlungs-/Freiraumkante (km)	137	38
Durchgrünungsgrad (km/km ²)	0,04	0,02

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 14
Anwendung der alternativen Ansätze zur Bestimmung des Durchgrünungsgrades für drei idealtypische Fälle mit gleicher Größe der Siedlungs- und Siedlungsfreifläche



Quelle: Eigene Darstellung

Veränderung der Durchgrünung des Siedlungsraumes (E4)

Zielbezug:

EZ 2 – Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft

Berechnung:

$$E4 = \left(\frac{\sum \text{erh.geeign.}_{\text{Fl.}_t}}{\sum \text{SuV}_{\text{Fläche}_t}} \times 100 \right) - \left(\frac{\sum \text{erh.geeign.}_{\text{Fl.}_{t-1}}}{\sum \text{erh.geeign.}_{\text{Fl.}_{t-1}}} \times 100 \right) [\% \text{-pkte}]$$

Die Veränderung der Durchgrünung kann bei Vorliegen historischer Flächennutzungsdaten als Differenz des Erholungs- und Friedhofsflächenanteils an der SuV-Fläche (in Prozentpunkte) berechnet werden. Positive Werte zeigen dabei eine zunehmende Durchgrünung des Siedlungsraumes an. Die für die Bundesländer für die Zeiträume 1996 bis 2000 und 2000 bis 2004 berechneten Werte zeigen, dass die SuV-Fläche in der jüngeren Vergangenheit „grüner“ geworden ist. Bundesweit hat der Anteil der Erholungs- und Friedhofsflächen an der SuV-Fläche um 0,4 Prozentpunkte (1996-2000) bzw. 0,8 Prozentpunkte (2000-2004) zugenommen. Heraus ragen dabei die Länder Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern, in denen die statistisch ausgewiesene Veränderung der Durchgrü-

nung aber Zweifel an der Plausibilität der Flächennutzungsdaten aus der Erhebung 2005 auslösen (siehe hierzu auch Anhang 1).

Eine zunehmende Durchgrünung der Siedlungsfläche kann verschiedene Ursachen aufweisen, die teilweise positiv, teilweise aber auch negativ bewertet werden können. Ein positiver Trend ist zweifelsohne die Begrünung von städtebaulichen Brachflächen oder Rückbauflächen, die keiner baulichen Nachnutzung zugeführt werden können oder sollen. Insbesondere in dicht bebauten Quartieren kann dies zum Abbau von Freiflächendefiziten beitragen, verbunden mit einer Steigerung der Wohn- und Lebensqualität der Bewohner. Auch die Ausdehnung von Nutzungen für spezifische Freiraum- und Erholungsbedürfnisse (wie z. B. Golfplätze) kann positiv gewertet werden, auch wenn dies im Einzelfall mit erheblichen Umweltwirkungen einhergehen kann. Dagegen ist die fortschreitende Perforation der Siedlungsfläche durch Siedlungsbrachen, was sich statistisch in steigenden Grünflächenanteilen äußern kann, unter Umständen mit negativen Wirkungen auf die Urbanität einer Stadt sowie die Effizienz von Infrastrukturen verbunden. Die Bewertung der in Tabelle 22 zusammengestellten Daten sollte daher vorsichtig erfolgen und die verschiedenen sachlichen Hintergründe von steigenden Grünflächenan-

teilen hinterfragen. Derzeit ist auch noch zu wenig über den Umgang der Vermessungsverwaltungen mit Rückbau- und Brachflächen bekannt. Empirische Anhaltspunkte sprechen dafür, dass derartige Nutzungen häufig in der Kategorie Erholungsfläche „geparkt“ werden, ehe im Falle einer spezifischen Nutzungszuweisung eine andersartige Einstufung im Nutzungsartenverzeichnis erfolgt.

Waldversorgung (E5)

Zielbezug:

EZ 2 – Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft

Berechnung:

$$E5 = \frac{\sum \text{Waldflächen}_{20\text{km-Radius}}}{\sum \text{Einwohnerzahl}} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{EW}} \right]$$

Anm.: Indikator E5 kann für alternative Gebietsbezüge wie statistische Bezirke, Rasterzellen oder Gemeinden berechnet werden; der Radius bezieht sich stets auf die gewählte Gebietseinheit

Ein weiterer zur Charakterisierung der Freiraumversorgung der Bevölkerung dienender Indikator ist die Waldversorgung. Die Auswahl der Freiraumkategorie Wald begründet sich aus der besonderen Bedeutung von Wäldern für die landschaftliche Erholung der Bevölkerung.

Die Freiraumversorgung der Bevölkerung wird bislang meist mit einfachen statistischen Kennwerten (wie z. B. die Freifläche je Einwohner) für das gesamte Stadtgebiet oder für statistische Bezirke abgebildet (z. B. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz 1993; Nohl/Zekom 1995). Ein entscheidender Nachteil dieser auf administrativen Raumeinheiten basierenden Vorgehensweise besteht jedoch in der weitgehenden Ausblendung von Nachbarschafts- und Erreichbarkeitsrelationen. Die räumliche Zuordnung der Wohngebiete zu unbebauten Flächen kann nur äußerst eingeschränkt berücksichtigt werden. Mithilfe von Interpolationsverfahren ist es demgegenüber möglich, auch die räumliche Erreichbarkeit des Freiraums überschlüssig zu berücksichtigen. Für jeden Standort im Siedlungsraum wird dabei der in einer zu setzenden maximalen Distanz lokalisierte Waldflächenbestand ermittelt. Dies kann mit der in derselben Raumeinheit lebenden Bevölkerung in Beziehung gesetzt werden (siehe hierzu Siedentop/Gössel 1999).

Tabelle 22

Veränderung der Durchgrünung des Siedlungsraumes (Veränderung des Anteils erholungsgerechter Flächen (Erholungs- und Friedhofsfläche) an der SuV-Fläche in Prozentpunkten) – Länderergebnisse für 1996-2000 und 2000-2004

Land	Veränderung der Durchgrünung (in Prozentpunkten)	
	1996-2000	2000-2004
Baden-Württemberg	0,26	0,27
Bayern	0,39	0,21
Brandenburg	0,41	0,69
Hessen	0,22	0,24
Mecklenburg-Vorpommern	1,89	3,45
Niedersachsen	0,34	0,36
Nordrhein-Westfalen	0,64	0,65
Rheinland-Pfalz	0,03	-0,03
Saarland	0,04	0,47
Sachsen	0,66	0,58
Sachsen-Anhalt	–	–
Schleswig-Holstein	-0,33	0,97
Thüringen	0,05	0,04
Bund	0,40	0,79
Zentralraum		0,66
Zwischenraum		0,65
Peripherieraum		1,05

Quelle: Eigene Darstellung; keine Angaben für Sachsen-Anhalt aufgrund statistischer Umschlüsselungen (vgl. Anhang 1)

Für den Indikator „Waldversorgung“ wurde hier ein Entfernungswert von 20 Kilometern gesetzt, sodass eher ein regionaler als ein lokaler Versorgungsgrad abgebildet wird. Die Waldversorgung berechnet sich als m² Waldfläche je Einwohner, bezogen auf ein 1-km-Raster. Für jede Rasterzelle wird dabei die Repräsentanz von Waldflächen innerhalb eines 20-km-Radius über das in ARC-GIS implementierte Interpolationsverfahren Kernel Density ermittelt und mit der im gleichen Raum lebenden Bevölkerung in Beziehung gesetzt. Der für das gesamte Bundesgebiet bestimmte durchschnittliche Ausstattungswert beträgt 2 800 m² Waldfläche je Einwohner – berechnet mit Gemeindedaten der Flächenerhebung 2000. Wie Abbildung 15 zeigt, existieren aber großflächig waldarme Gebiete mit weniger als 500 m² Waldfläche je Einwohner. Hierbei handelt es sich vor allem um Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte, in denen die Pro-Kopf-Ausstattung mit Waldflächen naturgemäß geringere Werte annimmt. Daneben resultieren unterdurchschnittliche Versorgungswerte auch aus eingeschränkten natürlichen Bodenvoraussetzungen für Waldbewuchs, wie dies beispielsweise in den küstennahen Marschgebieten im Westen Schleswig-Holsteins der Fall ist. Die Länderwerte re-

präsentieren den Durchschnittswert der einzelnen Rasterzellen (Tab. 23).

Die Entwicklung eines leistungsfähigeren Indikators „Freiraumversorgung“ oder „Waldversorgung“ wird durch die mangelnde Verfügbarkeit disaggregierter Bevölkerungsdaten unterhalb der Gemeindeebene erschwert. Wie ein solcher Indikator methodisch ausgestaltet sein könnte, zeigt der oben bereits erwähnte Ansatz von Siedentop und Gössel (1999). Darin wird der Versorgungsgrad in m² Freiraum je Einwohner basierend auf einer baublockscharfen Bevölkerungsdatei am Beispiel der Landeshauptstadt Dresden bilanziert haben.

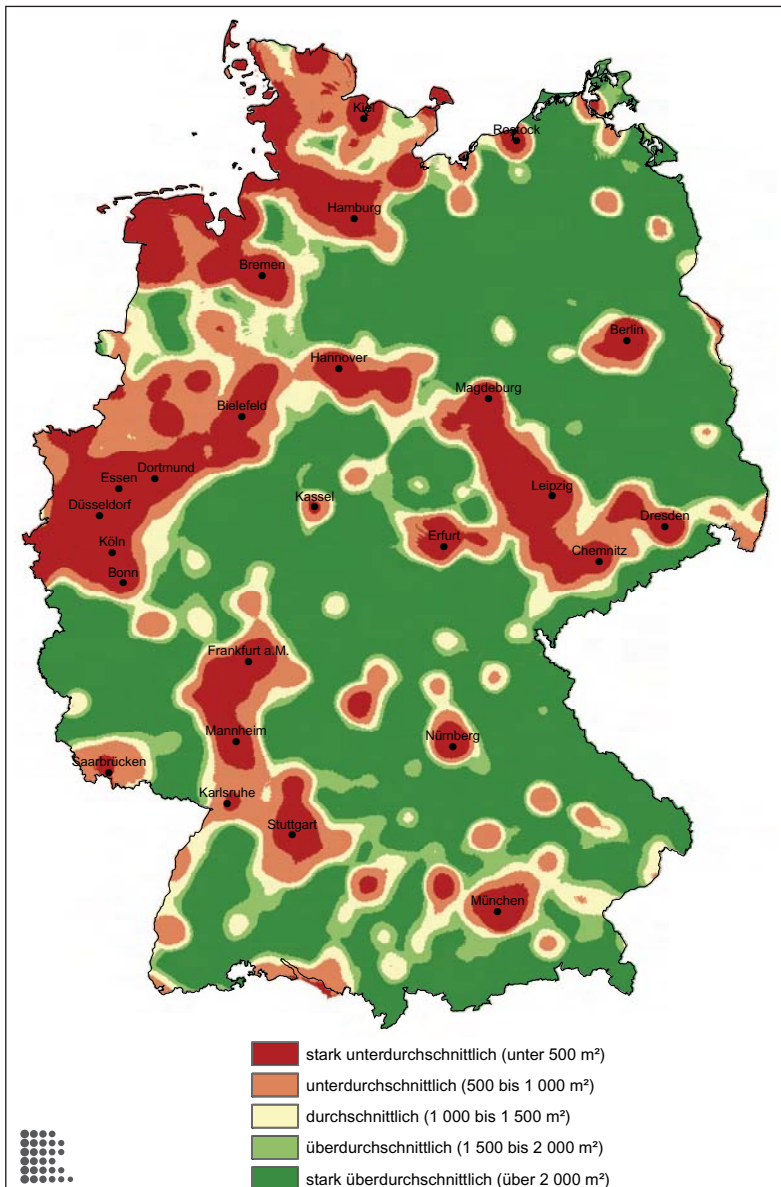
Tabelle 23

Waldversorgung (Waldflächen je Einwohner im 20-km-Umkreis in m²) – Länderergebnisse für 2000

Land	Durchschnittliche Waldfläche in m ² je Einwohner bezogen auf einen Einzugsradius von 20 km (2000)
Baden-Württemberg	2 241
Bayern	2 953
Brandenburg	6 746
Hessen	2 552
Mecklenburg-Vorpommern	4 437
Niedersachsen	2 093
Nordrhein-Westfalen	1 166
Rheinland-Pfalz	3 219
Saarland	1 215
Sachsen	1 961
Sachsen-Anhalt	3 174
Schleswig-Holstein	749
Thüringen	2 661
Bund	2 812
Zentralraum	460
Zwischenraum	1 650
Peripherieraum	3 875

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 15
Indikator E5: Waldversorgung (Waldflächen je Einwohner in m² im 20-km-Umkreis, 2000)



Quelle: Eigene Darstellung

Bei fehlenden kleinteiligen Bevölkerungsdaten kann ersatzweise eine auf den Siedlungsbestand bezogene Bilanzierung der in einem definierten Einzugsradius verfügbaren Waldfläche durchgeführt werden. Diese Berechnung erfolgte testweise für die Kreise Meißen und Wesel mit Daten aus ATKIS DLM 25. Ermittelt werden die Waldflächen innerhalb eines definierten Radius um alle Siedlungsflächen einer Gebietseinheit. Als Siedlungsflächen wurden die Siedlungs- und Siedlungsfreiflächen, die baulichen Anlagen sowie die flächenhaften Verkehrsanlagen (Plätze und Bahnhöfe) zusammengefasst. Für beide Testgebiete wurde ein Einzugsradius von 20 km gewählt. Der Indikator wird als km² Waldfläche je km² Siedlung ausgewiesen. Die Verfügbarkeit von Waldflächen kann aber auch auf die Einwohnerzahl einer Gebietseinheit bezogen werden.

$$WV_{20} = \frac{\sum_{j=1}^m W_{j,i}}{SuV_i}$$

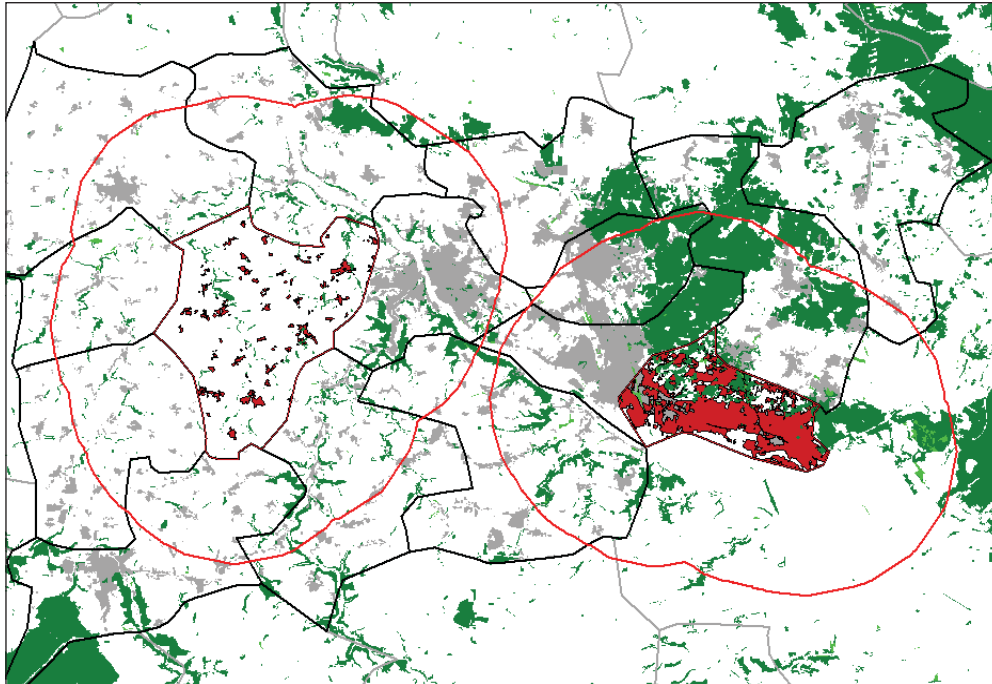
WV_{20} = Waldversorgung im 20-km-Umkreis

$W_{j,i}$ = Waldfläche j innerhalb eines Radius von 20 km um die Siedlungs- und Verkehrsfläche einer Gebietseinheit i

SuV_i = Siedlungs- und Verkehrsfläche der Gebietseinheit i

Abbildung 16

Berechnung der Waldversorgung am Beispiel von zwei Gemeinden des Landkreises Meißen
(rot: Siedlungsfläche der Bezugsgemeinden, grau: sonstige Siedlungsfläche, grün: Waldfläche, rote Linie: Grenzlinie des definierten Einzugsradius, schwarze Linie: Gemeindegrenze)



Quelle: Eigene Darstellung

Aufgrund des Radius, der die Erreichbarkeit der Waldflächen repräsentiert, werden neben Waldflächen innerhalb der Testgebiete (Kreis Wesel oder Kreis Meißen) auch Waldbestände der benachbarten Kreise in die Berechnung einbezogen. Bei der Anwendung dieses Indikators auf verschiedenen Aggregationsebenen ist zu beachten, dass die berechnete Waldversorgung für räumliche Untereinheiten (z. B. Gemeinden) höher ausfällt als die für eine höhere Raumeinheit (z. B. Kreise) ermittelte Waldversorgung. So werden z. B. bei der Berechnung der Waldversorgung für Kommunen einzelne Waldflächen mehrfach in die Bewertung einbezogen. Dies ist inhaltlich nachvollziehbar, da eine Waldfläche für verschiedene Gemeinden als Erholungsraum zur Verfügung steht. Eine Aggregation der Gemeindegewerte auf höhere Verwaltungsebenen ist aus diesem Grunde aber nicht möglich, sondern setzt eine neue Berechnung voraus.

Unzerschnittene Räume (E6)

Zielbezug:

EZ 3 – Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume
(SZ 6 – Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen)

Berechnung:

$$E6 = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \text{Fl. unzerschnittene Landschaftsr. (> 100 km}^2)}{\sum \text{Fläche Bezugsraum}} \times 100 [\%]$$

n = Anzahl der Polygone der unzerschnittenen Freiräume

Der Indikator „Unzerschnittene Räume“ dient als Ergänzungsindikator. Er gibt Auskunft über den Anteil unzerschnittener verkehrsarmer Räume (UZVR) an der Gesamtfläche eines Bezugsraumes. UZVR sind Räume, die weder als Siedlungsfläche kategorisiert sind noch von linearen technischen Infrastrukturen zerschnitten sind. Zu Letzteren zählen alle Straßen ab einer Verkehrsstärke von 1 000 Kfz/24 h, zweigleisige Bahnstrecken sowie eingleisige elektrifizierte Bahnstrecken (nicht stillgelegt), Ortslagen, Flughäfen und Kanäle mit dem Status einer Bundeswasserstraße der Kategorie IV oder größer. Bei Straßen und Bahnlinien werden Tunnel ab einer Länge von 1000 m als Unterbrechung berücksichtigt. Wesentliche Bedeutung für die Vergleichbarkeit des Indikators in unterschiedlichen Bezugsräumen kommt einem einheitlichen Verständnis darüber zu, welche Infrastrukturelemente als zerschneidend betrachtet werden. So differenzieren etwa Roedenbeck et al. (2005) bei einer Ausweisung von UZVR

für Hessen nach UZVR, bei denen Gemeindeverbindungsstraßen als trennende Elemente berücksichtigt wurden und nach UZVR, bei denen Gemeindeverbindungsstraßen nicht berücksichtigt wurden. Die Verkehrsstärke spielte hier keine Rolle.

Aufgrund ihrer Großflächigkeit sind UZVR von erheblicher Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz (insbesondere für Tiere mit großem Raumbedarf und hoher Störungsempfindlichkeit) sowie für die Erholungseignung von Landschaften. Das BfN weist UZVR ab einer Größe von 100 km² aus. Auf Landes- oder regionaler Ebene können auch andere Größen verwendet werden. So differenziert Nordrhein-Westfalen UZVR in 5 Größenklassen. Der Indikator ist Teil des Indikators „Landschaftszerschneidung“ der Umweltministerkonferenz („LIKI-Indikatoren“).

Tabelle 24 zeigt die vom Bundesamt für Naturschutz (BfN 2002) berechneten Länderwerte. Für das gesamte Bundesgebiet sind danach etwa 22 % der Fläche als unzerschnittener, verkehrsarmer Raum mit einer Größe von mindestens 100 km² zu betrachten. In den meisten westdeutschen Ländern werden Werte von deutlich unter 20 % an-

getroffen. Die neuen Bundesländer, insbesondere Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, können hingegen auf einen großen Bestand großflächiger zerschneidungsarmer Räume verweisen.

Ausführungen zu diesem Indikator finden sich auch in Zusammenhang mit dem Indikator Landschaftszerschneidung (S 10). Für das Bundesgebiet weist die Karte S 6 (Anhang 2) das Ergebnis einer Berechnung unzerschnittener Räume in Größenklassen ab 50 km² für die Jahre 2002 und 2005 aus.

Die in Tabelle 25 für das gesamte Bundesgebiet dargestellte Anzahl unzerschnittener Räume nach Größenklassen leitet sich aus der Berechnung der effektiven Maschenweite für den Indikator S 10 (Landschaftszerschneidung) ab. Die unzerschnittenen Räume wurden aus den Daten des ATKIS DLM 250 ermittelt. Hierbei wurden zunächst die nicht von Siedlungsflächen in Anspruch genommenen Flächen erfasst. Für diese Flächen wurde anschließend die Segmentierung durch die Verkehrswege ermittelt. Ausgehend von den vorliegenden Daten konnte dies für die Jahre 2002 und 2005 durchgeführt werden. Hierbei ist zu beachten, dass aufgrund von Änderungen im Datenmodell des DLM 250 nicht sichergestellt werden kann, dass die Auswertung methodisch identisch durchgeführt wurde. Um den möglichen Fehler zu minimieren, wurde die Auswertung auf der Basis der Objektarten durchgeführt. Änderungen der Objektarten in dem Objektbereich Gewässer wurden durch die Anpassung der Auswertungsvorschriften berücksichtigt. Einige Datenbestände wurden bei der Aktualisierung des DLM 250 geometrisch verändert, sodass Lageveränderungen bei den Verkehrswegen und der Grenze des Staatsgebietes auftreten, die sich in der Auswertung der Flächengrößen widerspiegeln können.

Die beiden Datenbestände wurden anhand der Anzahl verschiedener Größenklassen der Flächen ausgewertet (vgl. Tab. 25). Um in den Datenbestand keine virtuellen Flächenbegrenzungen einzufügen, wurden die Verwaltungsgrenzen nicht in den Datenbestand integriert. Eine länderbezogene Auswertung ist aber analog zu der Berechnung der effektiven Maschenweite (Indikator S 10) möglich.

Anhand der Auswertung lassen sich deutliche Veränderungen der Unzerschnittenen Räume ablesen. Insgesamt lässt sich aus

Tabelle 24
Indikator E6: Unzerschnittene Räume (Anteil unzerschnittener Räume an der Gesamtfläche in %) – Länderergebnisse für 2002 (BfN 2002)

Land	Anteil unzerschnittener verkehrsarmer Räume >100 km ² an der Landesfläche in % (2002)
Baden-Württemberg	10,7
Bayern	19,6
Brandenburg	53,0
Hessen	12,5
Mecklenburg-Vorpommern	53,8
Niedersachsen	18,8
Nordrhein-Westfalen	3,3
Rheinland-Pfalz	15,8
Saarland	–*
Sachsen	23,8
Sachsen-Anhalt	29,2
Schleswig-Holstein	9,5
Thüringen	41,0
Bund	22,4
Zentralraum	–**
Zwischenraum	–**
Peripherieraum	–**
* aufgrund der geringen Flächengröße kein Wert	
** nicht realisiert	

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 25

Unzerschnittene Räume im Bundesgebiet (Anzahl und Gesamtgröße unzerschnittener Räume 2002 und 2005)

Größenklasse (km²)	Anzahl und Flächengröße unzerschnittener Freiräume			
	2002		2005	
	Anzahl	Σ km²	Anzahl	Σ km²
<25*	95 170	255 750	102 693	258 608
25-50	1 013	34 210	971	32 732
50-75	195	11 600	167	9 894
75-100	43	3 728	49	4 219
100-125	18	2 027	17	1 863
125-150	6	817	3	404
>150**	5	945	6	1 159

* Flächen, die kleiner als 1 ha sind, wurden nicht in die Auswertung übernommen
 ** Zunahme der Flächen lässt sich durch Ergänzungen des ATKIS DLM 250 erklären.
 Die zusätzliche Fläche ergibt sich aufgrund von Veränderungen an der Geometrie der Ostseeküste

Quelle: Eigene Darstellung

den Daten eine anhaltende Zerschneidung von Flächen erkennen. Eine Interpretation der Ergebnisse ist aber aufgrund der zuvor dargestellten Veränderung innerhalb des DLM 250 eingeschränkt.

Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten (E7)

Zielbezug:

EZ 4 – Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen

Berechnung:

$$E7 = \frac{\sum \text{SuV_Fläche_in_Schutzgebieten}^*}{\sum \text{Schutzgebietsfläche}} \times 100 [\%]$$

* TW-SG, LSG, NSG, Nationalpark, flächenhaftes Naturdenkmal

n = Anzahl der Polygone mit Siedlungs- und Verkehrsnutzungen

Die als Ergänzungsindikator fungierende „Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten“ misst den Flächenanteil von Siedlungs- und Verkehrsnutzungen in Schutzgebieten. Dies basiert auf der Annahme, dass eine Siedlungstätigkeit in naturschutz- oder wasserrechtlich geschützten Gebieten mit besonders hohen Umweltbeeinträchtigungen einhergeht. Neben Belastungen durch die Bodenversiegelung und stoffliche Kontaminationen ist dabei auch an visuelle oder akustische Beeinträchtigungen geschützter Landschaftsteile zu denken.

Zur Berechnung des Indikators wurden für die beiden Kreise Wesel und Meißen die in Tabelle 26 aufgelisteten Schutzgebiete zu einem Datenbestand vereinigt und anschließend mit dem Siedlungsgrundriss

vereinigt. In dem Ergebnisdatenbestand wird die Schnittmenge der Schutzgebietsflächen mit dem Siedlungsgrundriss ermittelt. In der Schnittmenge sind alle die Flächen enthalten, die Schutzgebietskategorien aufweisen und als Siedlungs- und Verkehrsflächen gekennzeichnet sind. Der Indikator wird als Anteil der durch Siedlungs- und Verkehrsnutzungen in Anspruch genommenen Schutzgebietsflächen an der gesamten Fläche der Schutzgebiete berechnet. Für die Kreise Wesel und Meißen ergeben sich Siedlungs- und Verkehrsflächenanteile von 15,6 % bzw. 11,1 %.

Die Berechnung wurde mit den datentechnisch vorliegenden Schutzgebieten vorgenommen, die wie die oben stehende Auflistung zeigt, für die beiden Kreise nur teilweise dieselben Kategorien aufweisen. Für die Berechnung des Indikators werden diese Unterschiede hinsichtlich der Vergleichbarkeit aber als vernachlässigbar eingeschätzt. Der Indikator misst die Inan-

Tabelle 26
Berücksichtigte Schutzgebietstypen

Wesel	Meißen
Naturschutzgebiete	Naturschutzgebiete
Landschaftsschutzgebiete	Landschaftsschutzgebiete
Flora-Fauna-Habitat-Gebiete	Fauna-Flora-Habitat-Gebiete
Europäische Vogelschutzgebiete	Europäische Vogelschutzgebiete
Flächen der selektiven Biotopkartierung des Landes NRW	Nationalpark
Gebiete der RAMSAR-Konvention	Biosphärenreservat
International Bird Area	Naturparke
Wasserschutzgebiete	

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 27
Ergebnisse der Indikatorberechnung

	Kreis Wesel	Kreis Meißen
Schutzgebietsfläche (ha)	71 791	18 796
SuV-Fläche in Schutzgebieten (ha)	11 206	2 084
Inanspruchnahme (%)	15,6	11,1

Quelle: Eigene Darstellung

spruchnahme der mit Schutzkategorien belegten Flächen. Die einzelnen Schutzkategorien sind dabei weniger relevant als die Voraussetzung, dass die Flächenermittlung auf der Basis einer vollständigen Erfassung der im Kreis bzw. Bundesland geschützten Flächen durchgeführt wird.

Der Indikator „Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten“ wirft indes in seiner Umsetzung grundsätzliche Fragen auf. Problematisch ist weniger das Erhebungsverfahren als vielmehr die Interpretierbarkeit des Indikators. Wird beispielsweise ermittelt, dass in den Schutzgebieten eines betrachteten Raumes keine Siedlungs- und Verkehrsnutzungen neu entstanden sind, so kann dies bedeuten, dass tatsächlich keine Flächen beanspruchenden Vorhaben vorgenommen wurden. Andererseits ist möglich, dass die Abgrenzung der Schutzgebiete mit der Zulassung einer Planung verändert wurde (durch Befreiungsverfahren) oder dass die Abgrenzung der Gebiete von vornherein so vorgenommen wurde, dass siedlungsräumliche Erweiterungen benachbarter Gemeinden nicht behindert werden. Durch die ergänzende Überprüfung der Veränderung der Schutzgebietsflächen ließe sich dieses Interpretationsproblem möglicherweise mindern.³³ Entsprechende Datenbestände existieren derzeit aber nicht.

Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (E8)

Zielbezug:

EZ 2 – Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft

EZ 3 – Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume

EZ 4 – Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen

Berechnung:

$$E8 = \frac{\sum \text{SuV_Fläche_in_schutzw.L.}}{\sum \text{Fläche_schutzw.L.}} \times 100 [\%]$$

schutzw.L. = schutzwürdige Landschaften gemäß der Einstufung des Bundesamtes für Naturschutz

Die Berechnung der Indikatoren E8 „Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften“ und E9 „Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften“ erfolgt methodisch ähnlich wie jene der Indikatoren E1 und E2. Es wird zunächst eine Verschneidung von Siedlungsflächen mit den Polygonen der als „schutzwürdig“ eingestuften Landschaften (Gharandjedaghi et al. 2004) vorgenommen. Die Daten zu den Siedlungsflächen wurden mit CORINE Land Cover 2000 erzeugt;³⁴ denkbar wäre aber auch der Einsatz von ATKIS DLM 250. Der Indikator E8 wird dann als einfacher Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil in schutzwürdigen Landschaften errechnet.

Wie in Abschnitt „Dateneinsatz und Raumbezug“ ausgeführt, unterscheidet das BfN „besonders schutzwürdige Landschaften“, „schutzwürdige Landschaften“ sowie „schutzwürdige Landschaften mit Defiziten“. Für die Berechnung des Indikators werden alle drei Kategorien schutzwürdiger Landschaften zusammengefasst. Ermittelt wird der Anteil der in diesen Landschaftsräumen befindlichen Siedlungsflächen am gesamten Siedlungsflächenbestand eines Bezugsraumes.

Tabelle 28
Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (Anteil der Siedlungsfläche in schutzwürdigen Landschaften gemäß der Kategorisierung des BfN in %) – Länderergebnisse für 2000, basierend auf Daten aus CORINE Land Cover

Land	Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (2000)
Baden-Württemberg	7,5
Bayern	4,3
Brandenburg	4,4
Hessen	4,2
Mecklenburg-Vorpommern	3,4
Niedersachsen	4,3
Nordrhein-Westfalen	7,0
Rheinland-Pfalz	6,2
Saarland	7,7
Sachsen	5,2
Sachsen-Anhalt	3,5
Schleswig-Holstein	3,5
Thüringen	3,7
Bund (mit Stadtstaaten)	4,9
Zentralraum	12,1
Zwischenraum	6,6
Peripherieraum	3,7

Quelle: Eigene Darstellung

(33)

Lediglich quantitative Angaben reichen diesbezüglich aber nicht aus, wie das Beispiel des Vogelschutzgebietes „Unterer Niederrhein“ zeigt. Im Abgleich mit den der Meldung zugrunde liegenden IBA-Flächen wurde bei der endgültigen Abgrenzung des Schutzgebietes zwar die zuvor gemeldete Flächengröße eingehalten, die vorgesehene räumliche Abgrenzung aber aufgrund von Nutzungsinteressen verändert.

(34)

Als „Siedlungsfläche“ wurden die CLC-Kategorien < 200 ausgewählt, mit Ausnahme des Typs 131 (Abbauflächen). Aufgrund der hohen Untererfassungsgrenze von Siedlungsflächen in CLC (25 ha) fällt der mit CORINE Land Cover berechnete Siedlungsflächenanteil deutlich geringer aus als der „amtliche“ Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil auf Basis der Flächenerhebung. Hierbei ist auch zu beachten, dass außerörtliche Verkehrsflächen in der Regel in CLC nicht erfasst sind.

Im Bundesdurchschnitt sind knapp 5 % der vom BfN als „schutzwürdig“ kategorisierten Fläche als Siedlungsfläche einzustufen. Das Saarland ist das einzige Bundesland mit einem Anteil von über 10 %. Stark unterdurchschnittliche Anteile weisen Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt mit unter 4 % aus. Für die Testlandkreise wurden Werte von 8,7 % (Landkreis Meißen) und 6,0 % (Kreis Wesel) errechnet.

Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (E9)

Zielbezug:

EZ 2 – Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft

EZ 3 – Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume

EZ 4 – Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen

Berechnung:

$$E9 = \frac{\frac{\sum \text{SuV_Zuwachs_in_schutzw.L.}}{\sum \text{SuV_Zuwachs_gesamt}}}{\frac{\sum \text{SuV_in_schutzw.L.}}{\sum \text{SuV_Fläche_gesamt}}} \quad [-]$$

schutzw.L. = schutzwürdige Landschaften gemäß der Einstufung des Bundesamtes für Naturschutz

Der Indikator E9 wird als Verhältnis des Anteils neuer Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaften am gesamten Siedlungsflächenzuwachs zum Anteil der bestehenden Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaften an der gesamten Siedlungsfläche eines Bezugsraumes bestimmt. Wie beim Indikator „Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf landwirtschaftlich hochwertigen Böden“ zeigen Werte größer als 1 eine überproportionale Siedlungstätigkeit in dem betrachteten Landschaftsausschnitt an.

Für das Bundesgebiet ergibt sich ein Wert von 1,1 bezogen auf den Zeitraum 1990 bis 2000. Damit wird deutlich, dass schutzwürdige Landschaften leicht überproportional von der Siedlungstätigkeit betroffen sind. Ein Drittel des in CORINE Land Cover ausgewiesenen Siedlungsflächenzuwachses entfiel auf schutzwürdige Landschaften, dies allerdings bei einem Anteil dieser Kategorie von fast 50 % an der gesamten Bundesfläche. Auch sind schutzwürdige Landschaften derzeit noch weit unterdurchschnittlich von Siedlungs- und Verkehrsnutzungen betroffen. Der aktuelle Siedlungsflächenanteil in schutzwürdigen Landschaften beträgt bundesweit etwa 5 %. Er

liegt damit unter dem Siedlungsflächenanteil des Bundesgebiets in Höhe von 7,8 %. Gemessen an ihrem aktuellen Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil war die Dynamik der Siedlungstätigkeit in schutzwürdigen Landschaften aber überdurchschnittlich.

Im Zentralraum sind schutzwürdige Landschaften in besonderem Maße von Siedlungstätigkeit gefährdet. Hier errechnet sich ein Indikatorwert von 1,7. Im Zwischenraum sowie im peripheren Raum sind schutzwürdige Landschaften hingegen weniger stark von baulichen Eingriffen betroffen, gemessen an ihrem derzeitigen Anteil an der Siedlungsfläche der Bundesländer. Für die Testlandkreise ergeben sich Indikatorwerte von 0,3 (Landkreis Meißen) und 1,7 (Kreis Wesel). Während im Landkreis Meißen eine relativ hohe Siedlungsbelastung auf eine relativ geringe Neuinanspruchnahme von Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaftsteilen trifft, ist dies im Kreis Wesel umgekehrt. Der Siedlungsflächenanteil in schutzwürdigen Landschaften ist deutlich geringer als im Landkreis Meißen, dagegen ist die Siedlungsdy-

Tabelle 29

Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (Verhältnis des Anteils neuer Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaften am gesamten Siedlungsflächenzuwachs zum Anteil der Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaften an der gesamten Siedlungsfläche) – Länderergebnisse für 1990-2000 unter Einsatz von Daten aus CORINE Land Cover

Land	Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (1990-2000)
Baden-Württemberg	1,0
Bayern	1,0
Brandenburg	1,1
Hessen	1,1
Mecklenburg-Vorpommern	1,1
Niedersachsen	1,1
Nordrhein-Westfalen	1,4
Rheinland-Pfalz	1,0
Saarland	2,1
Sachsen	0,9
Sachsen-Anhalt	1,2
Schleswig-Holstein	0,9
Thüringen	1,1
Bund (mit Stadtstaaten)	1,1
Zentralraum	1,7
Zwischenraum	1,0
Peripherieraum	1,0

Quelle: Eigene Darstellung

namik in den schutzwürdigen Landschaften des Kreises Wesel höher als in Meißen.

Aufgrund des vergleichsweise geringen Digitalisierungsmaßstabes „schutzwürdiger Landschaften“ (1 : 200 000) erscheint eine Realisierung der Indikatoren E8 und E9 mit Flächennutzungsdaten höherer räumlicher Auflösung (z. B. ATKIS DLM 25) nicht sachdienlich.

Baulandpotenzial (E10)

Zielbezug:

EZ 1 – Schutz und Erhaltung von Boden (und seiner Leistungsfähigkeit)

EZ 2 – Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft

EZ 4 – Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen

Berechnung:

$$E10 = \frac{\sum f_{\text{Siedlungszw. potenziell nutzbar Freiraumfl.}}^*}{\sum \text{SuV_Fläche_gesamt}} \times 100 [\%]$$

* „restriktionsarm“ und „städtebaulich geeignet“

Der Ergänzungsindikator „Baulandpotenzial“ darf nicht mit dem Indikator „Baulandreserven“ (S5) verwechselt werden. Während der Indikator Baulandreserven den Anteil unbebauter Flächen innerhalb des Siedlungsbestandes an der SuV-Fläche misst, trifft das Baulandpotenzial Aussagen über den Anteil baulich nutzbarer Flächen außerhalb des Siedlungsraumes. Die Ermittlung des Baulandpotenzials entspricht inhaltlich einer Restriktions- und Eignungskartierung für die Ausweisung neuer Baulandflächen, wie sie im Rahmen der Flächennutzungsplanung verbreitet zum Einsatz kommt. Dazu werden Tabu- und Restriktionsflächen zusammengefasst und diejenigen Flächen ermittelt, die grundsätzlich für eine weitere Siedlungsentwicklung zur Verfügung stehen könnten. Um das Baulandpotenzial als Kennzahl verwenden zu können, wird auf eine Unterscheidung in Tabu- und Restriktionsbereiche verzichtet.

Für die Berechnung des Indikators sind drei Flächenkategorien von Bedeutung:

1. „Restriktionsflächen“: Flächen, die aufgrund ihres Schutzstatus oder ihrer fachlichen Wertschätzung für eine Bebauung als ungeeignet zu betrachten sind
2. „Geeignete Flächen“: kommen aufgrund ihrer Lage zum bestehenden Siedlungsgebiet für Siedlungsnutzungen in Betracht
3. „Eignungsflächen“: Schnittmenge restriktionsfreier und geeigneter Flächen.

Die Ermittlung des Baulandpotenzials erfolgt in vier Arbeitsschritten, in denen zunächst die mit Restriktionen belegten Flächen ermittelt werden. Dieser Datenbestand wird mit dem Datenbestand des Siedlungsgrundrisses vereinigt. Anschließend wird ein neuer Datenbestand der für Siedlungserweiterungen „geeigneten“ Flächen durch die Pufferung der Siedlungsflächen ermittelt. Um die Maßzahl für das Baulandpotenzial zu ermitteln, werden diese beiden Datenbestände wiederum miteinander vereinigt und die Flächen ermittelt, die innerhalb des 250 Meter Puffers um die Siedlung liegen und nicht mit Restriktionen belegt sind. Die für die Ermittlung der Restriktionsflächen verwendeten Kriterien sind

Tabelle 30
Zusammenstellung von Restriktionskriterien zur Berechnung des „Baulandpotenzials“

Datenquelle	Restriktionskriterien	
	Wesel	Meißen
Regionalplan	Flächen für den Schutz der Natur	Vorranggebiete für den Naturschutz
	Flächen für den Schutz der Landschaft	
	Regionale Grünzüge	
	Grundwasser und Gewässerschutz	Vorranggebiete für die Trinkwassergewinnung
	Sicherung und Abbau oberflächennaher Rohstoffe	Vorranggebiete für die Rohstoffgewinnung
	Waldflächen	
	Halden	
		Vorranggebiete für die Landwirtschaft
Fachministerien	Ramsar-Gebiet	
	International Bird Area (IBA)	
	Natura 2000 (Vogelschutzgebiete, Flora- Fauna-Habitat)	Natura 2000 (Vogelschutzgebiete, Flora-Fauna-Habitat)
Kreis	Naturschutzgebiete	Naturschutzgebiete
	Landschaftsschutzgebiete	Landschaftsschutzgebiete
	Wasserschutzgebiete	
Landesanstalt für Ökologie, Bodenschutz und Forsten	Schutzwürdige Biotop	
DLM 25	vorhandene Siedlungs- und Verkehrsflächen	vorhandene Siedlungs- und Verkehrsflächen
	vorhandene Wälder	vorhandene Wälder
Karte der schutzwürdigen Böden 1 : 50 000 (NRW) Bodenkonzeptkarte (SN)	sehr und besonders schutzwürdige Böden	Ertragspotenzial ≥ 80 (vgl. Inanspruchnahme ertragreicher Böden)

Quelle: Eigene Darstellung

abhängig von den für die beiden Kreise vorliegenden Datenbeständen. Die für die beiden Testgebiete verwendeten Kriterien sind in Tabelle 30 aufgelistet.

Die Auswertung wurde anhand der für die beiden Testlandkreise vorliegenden Daten durchgeführt. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Verknappung konfliktfrei bzw. konfliktarm nutzbaren Baulands im Kreis Wesel signifikant weiter fortgeschritten ist als im Landkreis Meißen. Bezogen auf den jeweiligen SuV-Bestand verfügt der Kreis Wesel über ein Baulandpotenzial von 25 % (der bestehenden SuV-Fläche), im Landkreis Meißen sind dies dagegen fast 60 %. Dabei ist aber zu beachten, dass bei Ermittlung „geeigneter“ Flächen alle Siedlungsflächen berücksichtigt wurden. Bei dispersen Siedlungsstrukturen werden durch die Pufferung der Flächen relativ größere Eignungsbereiche ermittelt, als bei kompakter Siedlungsstruktur. Ein rechnerisch hohes Baulandpotenzial kann daher nicht nur Ausdruck für ein geringes Restriktionsniveau sondern auch für eine disperse Struktur der Siedlungen sein. Dieses methodische Problem kann aber durch eine eingrenzende Auswahl der Siedlungsflächen, die in die Pufferung eingehen, vermieden werden. So wäre es legitim, nur größere Siedlungsflächen mit Anschluss an den Schienenpersonennahverkehr als solche Flächen zu betrachten, an die zukünftig Siedlungserweiterungen anschließen können. Entsprechend würde das Baulandpotenzial geringer ausfallen als wenn alle bestehenden Siedlungsflächen berücksichtigt würden.

Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen

Fachlicher Hintergrund

Als nutzungsstrukturelle Ziele werden Ziele bezeichnet, die Aussagen über den räumlichen Zusammenhang von Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme treffen. Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen beziehen sich auf die strukturelle Ausprägung des Flächennutzungsmusters bzw. auf die räumliche Lage bestimmter Nutzungsformen im Kontext des bestehenden Flächennutzungsmusters. Anders als die Indikatoren zu Reduktionszielen beziehen sich Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen nicht auf die „Komposition“, sondern ins erster Linie auf die „Konfiguration“ eines Flächennutzungsmusters (siehe hierzu auch McGarigal/Marks 1994, S. 10; Tor-

rens/Alberti 2003, S. 24). Wesentliche Struktureigenschaften sind beispielsweise

- der Grad der räumlichen Konzentration oder Dispersion von Siedlungsflächen,
- die Art der räumlichen Zuordnung von urbanen Nutzungen innerhalb des Siedlungsraumes (z. B. Grad der Nutzungsmischung, Grad der Freiraumerreichbarkeit) oder
- das Ausmaß der Landschaftszerschneidung durch lineare Verkehrswege.

Derartige strukturelle Eigenschaften stehen in engem Wechselverhältnis zu Kosten- und Nutzeneffekten der Flächennutzung, so dass ihre statistische Messung von großer Bedeutung für die Aussagekraft eines flächennutzungsbezogenen Indikatorenkonzepts ist. So ist die Verkehrsintensität von Siedlungsräumen wesentlich von ihrer standörtlichen Struktur, d. h. der räumlichen Anordnung von Flächen bestimmter Nutzung bzw. Nutzungsintensität abhängig (siehe z. B. Gutsche 2003; Motzkus 2001; Ewing/Cervero 2001; Banister 1999; Ewing 1997; Kagermeier 1997). Auch die Infrastrukturkostenintensität korrespondiert nachweislich mit siedlungsstrukturellen Eigenschaften (Braumann 1988; Doubek/Zanetti 1999; Ecoplan 2000; Schiller/Siedentop 2005). Mit zunehmender Verdichtung, Zentralität und Integration eines Siedlungsstandortes – so die Synthese der bisherigen Forschung – nimmt der verkehrliche Aufwand ab und die Wirtschaftlichkeit der Infrastruktur zu. Schließlich ist die stadtoökologische Qualität von Siedlungsräumen – wie z. B. die Freiraumerreichbarkeit der Bevölkerung oder die stadtklimatische Situation – wesentlich von der räumlichen Verteilung bebauter und unbebauter Flächen abhängig.

Der Grad der Kompaktheit bzw. Dispersion urbaner Flächennutzungen gilt als wesentlicher Faktor der Funktionsfähigkeit und funktionalen Integrität landschaftlicher Ökosysteme (Forman 1998; Alberti 1999). Die mit der Herausbildung disperser Siedlungsstrukturen entstehende fragmentierte Freiraumstruktur wird als ein wesentlicher Faktor des Artenrückgangs in Mitteleuropa bezeichnet (Jaeger/Holderegger 2005; von Haaren/Nardin 2003; Jaeger et al. 2001, S. 305; Waterstraat et al. 1996, S. 9; Einig 2005). Landschaftsfragmentierung entsteht zum einen aus der dispersen Ausdehnung von Siedlungen, zum anderen aus der infrastrukturellen Vernetzung einzelner Sied-

lungsflächen durch lineare Verkehrswege und andere Leitungsinfrastrukturen („Landschaftszerschneidung“) und führt im Ergebnis zu einer Transformation eines ursprünglich zusammenhängenden Landschafts- oder Habitatraumes in eine Summe kleinerer Flächeneinheiten, die räumlich voneinander isoliert sind (Young/Jarvis 2001). Im Extremfall kann es dabei zu einer völligen Auslöschung eines Habitatbestands kommen (Jaeger 2000).

Zwar gewährleistet eine disperse Siedlungsstruktur eine enge Verzahnung von Siedlungsraum und Freiraum und erleichtert damit den räumlichen Zugang der Bevölkerung in den Freiraum (Humpert et al. 1996). Ein großer Teil des Freiraumbestandes rückt jedoch in die räumliche Nähe zu Siedlungs- und Verkehrsflächen und ist damit potenziellen Störeinflüssen wie Lärm- und Schadstoffeinträgen oder visuellen Beeinträchtigungen ausgesetzt (Blum 2001; Siedentop 1999; Theobald et al. 1997; Kloke 1987; Losch/Nake 1987). Das Freiraumsystem verliert dadurch in erheblichem Maße an ökologischer Funktionsfähigkeit aber auch an Eignung für landschaftsgebundene, auf Ruhe angewiesene Erholungsformen. Der Indikator Landschaftszerschneidung (operationalisiert über die „effektive Maschenweite“) gilt vor diesem Hintergrund als Querschnittsindikator mit einer Ausdrucksfähigkeit sowohl für den Arten- und Biotopschutz als auch für die Qualität und Eignung der Landschaft für Erholungszwecke und Naturerleben (Schupp 2005, S. 104).

Negative Wirkungen fragmentierter Freiraumstrukturen werden auch aus ökonomischer Perspektive gesehen. So wird darauf hingewiesen, dass vor allem agrarische Nutzungen durch die Zergliederung und Zerstückelung der Landschaftsräume behindert werden (Hauger 2001, S. 58). Beispielsweise ist eine ökonomisch tragfähige Landwirtschaft auf isolierten Kleinflächen nicht oder nur eingeschränkt möglich. Sachs et al. (o. J., S. 39 f.) zeigen für Baden-Württemberg, dass zusammenhängende landwirtschaftliche Flächen von mehr als 200 Hektar nur noch 50 % der gesamten Landwirtschaftsfläche des Landes ausmachen. Ewing (1997, S. 116) vermutet negative Effekte von urbanen Gebieten auf den angrenzenden Freiraum in einem Korridor von bis zu drei Kilometern entlang der Siedlungsränder.

Im Zuge der internationalen Urban-Sprawl-Debatte wurden in den vergangenen Jahren verstärkte Bemühungen unternommen, Struktur- und Formeigenschaften des Siedlungsraumes zu messen. Urban Sprawl – im Deutschen wird meist von Landschaftszersiedelung gesprochen – wird dabei als spezifischer Formbildungsprozess verstanden, welcher die ehemals monozentrisch-kompakte räumliche Struktur der Städte in eine räumlich ausgreifende, diskontinuierliche, polyzentrisch-disperse Siedlungsstruktur überführt (Siedentop 2005). Die bislang diskutierten Indikatoren sind allerdings sehr unterschiedlicher Art. Eine Gruppe von Messgrößen richtet sich auf die Erfassung von Lageeigenschaften von Siedlungsflächen. Andere Messgrößen zielen dagegen auf die Abbildung von Formeigenschaften ab (siehe z. B. McGarigal/Marks 1994; Torrens/Alberti 2000). Grundsätzlich können nutzungsstrukturelle Eigenschaften für die Beschreibung des urbanen Nutzungsmusters sowie der freiraumbezogenen Nutzungen eingesetzt werden.

Der von Lavalle et al. (2002, S. 369) vorgeschlagene „Sprawl-Index“ thematisiert die Distanz neuer Siedlungsflächen zu einem gegebenen Regionszentrum. Dazu wird die durchschnittliche Entfernung aller zu einem bestimmten Zeitpunkt existierenden Siedlungsflächen zum Zentrum gemessen und der durchschnittliche Entfernungswert aller Siedlungsflächen berechnet. Die Autoren unterscheiden dabei zwischen einem „absoluten“ und einem „relativen“ Sprawl-Index. Der absolute Index gibt die Veränderung des Entfernungswertes zwischen zwei Zeitpunkten t_1 und t_2 an. Der relative Sprawl-Index drückt dies in Prozent aus. Der Index-Wert kann positiv – in diesem Fall wird eine Entwicklung als Sprawl bezeichnet – wie auch negativ sein. Letzteres wird als kompakte Form der Siedlungsentwicklung verstanden. Burchfield et al. (2002) ermitteln die Lage der neu entstandenen Siedlungsflächen zum bestehenden Siedlungsraum – Sprawl ist nach den Autoren dabei durch einen relevanten Anteil siedlungsferner Standortentwicklungen gekennzeichnet („leapfrogging“).

Humpert et al. (1996) beschreiben die Siedlungsstruktur von Ballungsgebieten mit drei verschiedenen Strukturmaßen: dem Rand-Inhalt-Verhältnis der Siedlungsfläche (dies wird auch als „Zersiedlungsgrad“ bezeichnet), der maximalen Distanz zum Siedlungsrand und der Größenverteilung

der Teilflächen. Ewing et al. (2002, S. 7) entwickelten einen Sprawl-Index, welcher u. a. das Maß funktionaler Mischung, die Zentralität und Netzmerkmale der Straßenerschließung mit insgesamt 22 Einzelindikatoren zusammenfasst.

Ein ebenfalls sehr differenziertes Messkonzept wurde von Cutsinger et al. (2005; vgl. Galster et al. 2000, Wolman et al. 2005) entwickelt, mit welchem die Siedlungsstruktur eines Verdichtungsraumes mit insgesamt sieben Eigenschaftsformen beschrieben wird. Die Siedlungsstruktur wird dabei zum einen durch die Realnutzung, zum anderen durch die Einwohner-, Wohnungs- und Arbeitsplatzzahl, jeweils projiziert auf ein Ein-Meilen-Raster, repräsentiert. Die Anwendung dieses Messkonzepts ist jedoch schwierig, weil disaggregierte Daten zur Projektion von Bevölkerungs- und Beschäftigungsdaten auf ein kleinflächiges Raster in Deutschland nicht verfügbar sind.³⁵

In der jüngeren Vergangenheit wurden zunehmend auch GIS-basierte Strukturmaße, die ursprünglich für landschaftsökologische Zwecke entwickelt wurden, für die Abbildung des Urban Sprawl eingesetzt (siehe z. B. Torrens, Alberti 2000). Derartige Ansätze zielen meist auf die Erfassung der Repräsentanz und räumliche Verteilung von Habitatflächen ab. In diesem Zusammenhang gebräuchliche Messgrößen sind beispielsweise (vgl. auch McGarigal/Marks 1994)

- die mittlere Größe der Flächen bestimmter Nutzungs- oder Bodenbedeckungsarten, wie z. B. Habitatflächen (patches) (mean patch size),
- das Rand-Inhalt-Verhältnis der Flächen einer Nutzungsart bzw. Bodenbedeckungsart (edge density), gemessen als Meter Rand je Hektar Inhaltsfläche,
- der „Shape-Index“ als Verhältnis der summierten Randlänge aller Flächen des betrachteten Typs zur Wurzel aus der gesamten Inhaltsfläche, bezogen auf das Rand-Inhalt-Verhältnis einer Kreis- oder Quadratfläche,³⁶
- der „Mean-Proximity-Index“, welcher den Grad der räumlichen Isolation von Flächen einer Nutzungsart ausdrückt; er errechnet sich aus der Fläche eines Patches, geteilt durch die quadrierte Distanz zum nächstgelegenen Patch gleicher Nutzung; der Mean-Proximity-Index wird als Mittelwert aller Einzelwerte ausgewiesen,^{37, 38}

- der „Total Core Area Index“, welcher die Summe der (mit einem Puffer-Wert zu definierenden) Innenfläche (core area) der betrachteten Nutzungsart mit der gesamten Fläche ins Verhältnis setzt.

Thinh (2002, 2004) schlägt weitere Indikatoren zur Untersuchung von Eigenschaften von Flächennutzungsmustern vor, so z. B. den „Zerklüftungsgrad“, die „fraktale Dimension“ sowie Gravitations-, Varianz- und Entropiemaße. Der Zerklüftungsgrad lehnt sich eng an den eben genannten „Shape-Index“ an, in dem er den Umfang einer Siedlungsfläche zum Umfang eines Kreises oder eines Quadrats mit gleichem Flächeninhalt ins Verhältnis setzt. Der Zerklüftungsgrad nimmt den Wert „1“ an, wenn die Fläche die Form eines Kreises oder Quadrats hat. Je zergliederter die untersuchte Struktur ist, desto höhere Werte weist der Indikator aus (Abb. 17).

Andere von Thinh eingesetzte Größen setzen die Definition eines Regionsmittelpunkts voraus (z. B. bei der Berechnung von Gravitationsmaßen), sodass sie für regionsübergreifende Messungen von Flächennutzungseigenschaften (bei der eine Regionsmitte nicht mehr sinnvoll angegeben werden kann) nicht geeignet sind.

Bei der Anwendung von Landschaftsstrukturmaßen im Rahmen des hier zu entwickelnden Indikatorenkonzepts ist generell zu beachten, dass die räumliche Auflösung der eingesetzten Daten die Messwerte extrem beeinflusst (siehe Abb. 18). Die Auswahl der Flächennutzungsdaten und ihre Aufbereitung (z. B. die Erzeugung von Rasterdaten aus Polygondaten) muss daher sehr sorgfältig erfolgen und in Abhängigkeit von den Untersuchungszielen stets auf ihre sachliche Angemessenheit reflektiert werden. Die Maßstabsabhängigkeit der Struk-

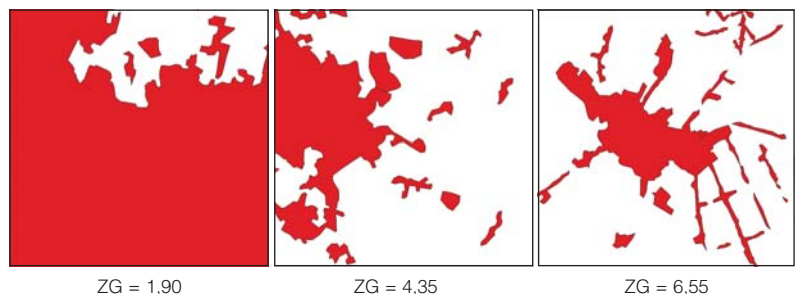
(35) Cutsinger et al. (2005) verwenden Zensus-Daten auf Ebene von Baublöcken oder Blockgruppen. Solche Daten sind für Deutschland aber nicht standardmäßig verfügbar.

(36) Ein Messwert von 1 bedeutet dabei, dass die Fläche (hier Siedlungsfläche) die Form eines Kreises oder Quadrats annimmt. Je höher der Wert des Shape-Index ausfällt, desto unregelmäßiger ist die Fläche (McGarigal/Marks 1994).

(37) Dabei kann eine maximale Suchdistanz angegeben werden. Ein Wert von „0“ würde bedeuten, dass eine einzelne Fläche keine Nachbarn gleicher Nutzung aufweist. Der Wert des Proximity-Index steigt, wenn in Nachbarschaft vermehrt Flächen gleicher Nutzung angetroffen werden, was für stark zersiedelte Gebiete typisch ist (McGarigal/Marks 1994). Zu beachten ist, dass der Wert dimensionslos ist, sodass er nur für Vergleiche unterschiedlicher Untersuchungsgebiete einsetzbar ist.

(38) Ein ähnlicher Indikator wurde von Urbka et al. (2001, S. 86) als „Vernetzungsgrad versiegelter Elemente“ vorgeschlagen. Dieser Indikator misst die euklidische Distanz zwischen versiegelten Flächen.

Abbildung 17
Beispiele für die Berechnung des Zerklüftungsgrads für unterschiedliche Siedlungsstrukturen



Quelle: Thinh 2004

turmaße wirft insbesondere bei der Erstellung von Transformationsfunktionen Probleme auf (siehe hierzu Abschnitt 4.2). Die Setzung solcher Funktionen ist nur dann möglich, wenn die Art der Daten und deren spezifischer Einsatz feststeht.

Auch in der Abbildung der Landschaftszerschneidung hat die Forschung in den vergangenen Jahren deutliche Fortschritte gemacht (vgl. u. a. Roedenbeck et al. 2005; Jaeger et al. 2001; Gawlak 2001; Bundesamt für Naturschutz 2000; Stauch 2000; Jaeger 1999; Kappler 1997). Sowohl für das Bundesgebiet als auch für einzelne Bundesländer existieren mittlerweile flächendeckende Erhebungen des Zerschneidungsgrades durch lineare Verkehrswege (Roedenbeck et al. 2005; Gawlak 2001; Jaeger et al. 2001; Bundesamt für Naturschutz 2000; Schuhmacher/Walz 2000; Schopp 1991; Lassen 1987). Neben der Anzahl großer unzerschnittener Räume konnte sich dabei der von Jaeger (2000) eingeführte Indikator „Effektive Maschenweite“ zunehmend etablieren.

Erhebbarkeit und Validität von Daten zu nutzungsstrukturellen Zielen

Die Erhebung von raumstrukturellen Indikatoren bereitet in unterschiedlichem Maße Schwierigkeiten. Während Indikatoren,

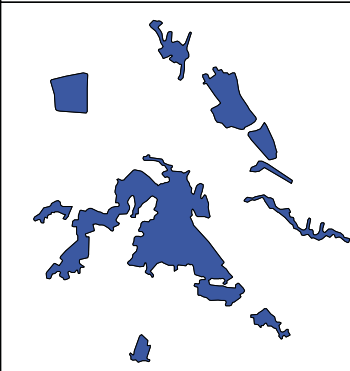
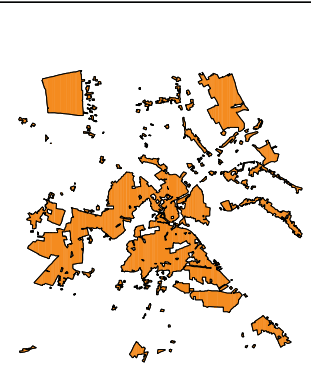
die allein auf Geobasisdaten basieren (wie z. B. die Landschaftszerschneidung), vergleichsweise einfach zu erheben sind, stellen sich Messgrößen als problematisch dar, die räumlich disaggregierte Daten zu Einwohnern, Arbeitsplätzen, Wohnungen oder Infrastruktureinrichtungen erfordern (z. B. Nutzungsmischung). In Deutschland sind sozioökonomische Daten unterhalb der Gemeindeebene allenfalls im Rahmen der Entwicklung von lokalen und regionalen Indikatorenanwendungen, nicht hingegen für regionsübergreifende Ansätze verfügbar. Daher sind Indikatoren, die das kleinräumliche Gefüge von urbanen Nutzungen beschreiben (z. B. der Grad der Nutzungsmischung oder die Freiraumversorgung der Bevölkerung) nur eingeschränkt entwicklungsfähig.

Generell eingeschränkt ist auch eine zeitliche Längsschnittbetrachtung, da historische Flächennutzungsdaten in digitaler Form nicht oder nur teilweise verfügbar sind. Daher muss sich das Flächenbarometer in seiner ersten Realisierungsstufe in vielen Fällen auf die Messung des Zustands der Flächennutzung beschränken.

In Bezug auf die Messung der Landschaftszerschneidung hängt der Aufwand vor allem von der konkreten Ausgestaltung des Messverfahrens ab. Straßendaten sind heu-

Abbildung 18

Anwendung von Landscape-Metrics für die Stadt Stade mit Daten aus CORINE Land Cover 2000 und ATKIS DLM 25/1 und Anwendung des Patch-Analyst in Arc-View

Indikatoren	CORINE Land Cover 2000	ATKIS DLM 25/1
		
Anzahl der Siedlungsflächen	10	293
Mittlere Größe (ha)	214	3
Edge-Density (m je ha)	57	221
Mean Shape-Index	2,25	1,32
Mean Nearest Neighbour (m)	800	218
Mean Proximity-Index	45,9	19,7
Siedlungsfläche (ha)	2 146	2 187

Quelle: Eigene Darstellung

te in hoher räumlicher Auflösung bundesweit verfügbar. Siedlungsflächen können mit ATKIS DLM 200 oder 25/1 in das Datenmodell integriert werden. Einige Messkonzepte der Zerschneidung wie die „Lineament-Wirkzonen-Analyse“ (Baier 2000) setzen aber eine Attributierung der Straßenabschnitte mit Verkehrsmengendaten voraus. Hier kann es zu Problemen kommen, da digitale Verkehrsmengendaten nicht für alle Bundesländer existieren und eine „Von-Hand-Attributierung“ mit einem nicht vertretbaren Arbeitsaufwand verbunden ist.

Indikatoren – Auswahl, Anwendung und Messergebnisse

Einen Überblick über die ausgewählten Indikatoren zu Effizienzzielen gibt Tabelle 31.

Vorgeschlagen werden 5 Kernindikatoren: Siedlungskonzentration, Dispersionsdynamik, standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen in den Siedlungsbestand, verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen sowie Landschaftszerschneidung.

Siedlungskonzentration (S1)

Zielbezug:

SZ 1 – Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung

Berechnung:

$$S1 = \frac{\sum \text{SuV_Fläche_in_MZ/OZ}}{\sum \text{SuV_Fläche_gesamt}} \times 100 \quad [\%]$$

MZ = Mittelzentrum

OZ = Oberzentrum

Tabelle 31
Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen

Lfd. Nr.		Indikator – Kurzbezeichnung	Indikator – Kennzahl	Zielbezug	Nutzungsmuster/-änderung
S1	K	Siedlungskonzentration	Anteil der SuV-Fläche in ober- und mittelzentralen Orten an der gesamten SuV-Fläche in %	SZ 1	NM
S2	K	Dispersionsdynamik	Verhältnis des Anteils neuer SuV-Fläche in zentralen Orten am gesamten SuV-Flächenzuwachs zum Anteil der SuV-Fläche in zentralen Orten an der gesamten SuV-Fläche	SZ 1	NÄ
S3	K	Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen	Maß der Angrenzung des Gesamtumfangs einer neuen Siedlungsfläche an bereits existierende Siedlungsflächen	SZ 1	NÄ
S4	E	Zerklüftungsgrad	Verhältnis des Umfangs der Siedlungsflächen einer Gebietseinheit zum Umfang eines Kreises mit gleichem Flächeninhalt	SZ 1	NM
S5	E	Baulandreserven	Unbebaute, aber baulich nutzbare Flächen innerhalb des Siedlungsbestandes (Baulücken, untergenutzte Flächen) an der gesamten Gebäude- und Freifläche in %	SZ 2 SZ 5 NZ 2	NM
S6	E	Brachflächen	Bestand an baulich nutzbaren Brachflächen in ha	SZ 2 SZ 3 SZ 5 NZ 2	NM
S7	E	Wiedernutzung Brachflächen	Anteil der auf Brachen (und Baulücken) errichteten Wohnungen am Gesamtbestand neu gebauter Wohnungen in %	SZ 2 SZ 3 SZ 5 NZ 2	NÄ
S8	E	Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen	Anteil der Siedlungsfläche im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Systeme (U-Bahn, Straßenbahn 0,9 km; S-Bahn, Regionaler Schienenverkehr 1,2 km Radius) in %	SZ 5	NM
S9	K	Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen	Anteil neuer Siedlungsflächen im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Systeme (U-Bahn, Straßenbahn 0,9 km; S-Bahn, Regionaler Schienenverkehr 1,2 km Radius) in %	SZ 5	NÄ
S10	K	Landschaftszerschneidung	Effektive Maschenweite des Freiraums in ha	SZ 6 (EZ 3)	NM
S11	E	Dynamik der Landschaftszerschneidung	Veränderung der effektiven Maschenweite in %	SZ 6 (EZ 3)	NÄ
S12	E	Effektiver Freiflächenanteil	siehe Berechnungsformel	SZ 1	NM

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 32

Indikator S1: Siedlungskonzentration (Anteil der SuV-Fläche in ober- und mittelzentralen Gemeinden an der gesamten SuV-Fläche in %) – Länderergebnisse für 1996 und 2000

Land	Anteil der SuV-Fläche in ober- und mittelzentralen Gemeinden an der gesamten SuV-Fläche in %		
	1996	2000	2004
Baden-Württemberg	37,8	37,5	—*
Bayern	32,2	31,9	—*
Brandenburg	36,9	37,2	—*
Hessen	48,8	48,8	—*
Mecklenburg-Vorpommern	20,1	20,9	—*
Niedersachsen	34,4	34,3	—*
Nordrhein-Westfalen	76,4	76,0	—*
Rheinland-Pfalz	30,0	29,7	—*
Saarland	46,9	46,6	—*
Sachsen	39,6	40,3	—*
Sachsen-Anhalt	29,7	29,8	—*
Schleswig-Holstein	26,1	25,8	—*
Thüringen	30,5	30,6	—*
Bund (ohne Stadtstaaten)	41,9	41,7	—*
Zentralraum	78,7	78,4	—*
Zwischenraum	33,5	33,3	—*
Peripherieraum	26,6	26,7	—*

* nicht berechenbar, da für 2004 keine gebietsstandsbereinigte Zentrale-Orte-Typologie vorlag

Quelle: Eigene Darstellung

Mit den gegebenen statistischen Möglichkeiten der Flächenerhebung ist die Flächennutzungsstruktur in siedlungsmorphologischer Hinsicht kaum zu erfassen. Dies liegt vor allem am Aggregationsniveau der Flächenerhebung, in der Flächennutzungsdaten als gemeindestatistische Aggregate ausgewiesen werden. Gleichwohl lassen sich aus Flächenerhebungsdaten durchaus Indikatoren ableiten, die die Siedlungs- und Flächennutzungsstruktur großräumig beschreiben. Hier werden die Indikatoren Siedlungskonzentration (S1) und Dispersionsdynamik (S2) vorgeschlagen. Bei beiden Messgrößen wird angenommen, dass die Siedlungstätigkeit in unterzentralen Gemeinden mit höheren sozialen Kosten verbunden ist, z. B. aufgrund höherer Erschließungsaufwendungen oder höherer Verkehrsaufwendungen, gemessen am durchschnittlichen Kostenniveau zentraler Orte mit ihrer meist kompakteren Siedlungsform.

Die Siedlungskonzentration wird als Anteil der SuV-Fläche in ober- und mittelzentralen Orten (in % der gesamten SuV-Fläche) berechnet.³⁹ Eine GIS-technische Realisierung ist nicht erforderlich.

Bundesweit wurde ein Anteil der zentralen Orte von knapp 42 % am Gesamtbestand der Siedlungs- und Verkehrsfläche ermittelt. Eine vergleichsweise geringe Siedlungskonzentration zeigt sich in Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt und Rheinland-Pfalz mit Werten von unter 30 %. Eine überdurchschnittliche Konzentration findet sich hingegen in Nordrhein-Westfalen, Hessen und dem Saarland. Erwartungsgemäß nimmt die Siedlungskonzentration im System der Raumstrukturtypen des BBR mit abnehmender Verdichtung und Erreichbarkeit ab.

Bei Anwendung dieses und des Indikators Dispersionsdynamik (S2) ist zu beachten, dass die erzielten Ergebnisse die unterschiedliche Ausprägung der Zentrale-Orte-Systeme in den einzelnen Bundesländern widerspiegeln. Die Ausstattungskataloge mit zentralörtlichen Einrichtungen, die der Einstufung einer Gemeinde als zentraler Ort zugrunde liegen, sind von Land zu Land unterschiedlich. Noch wesentlicher ist, dass das Zentrale-Orte-System stets auch Ausdruck des siedlungsstrukturellen Kontextes des jeweiligen Bundeslandes ist. Bei gleicher Einwohnerzahl und Ausstattung können Gemeinden je nach ihrer Lage in dünn besiedelten Regionen oder in hoch verdichteten Agglomerationsräumen unterschiedlichen Zentrale-Orte-Kategorien zugeordnet sein. Schließlich ist zu bedenken, dass die Zentrale-Orte-Einstufung immer Ergebnis eines politischen Aushandlungsprozesses ist und damit zumindest teilweise unabhängig von der tatsächlichen infrastrukturellen Ausstattung der Kommunen bzw. ihrer regionalen oder teilregionalen Versorgungszentralität ist.

Dispersionsdynamik (S2)

Zielbezug:

SZ 1 – Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung

Berechnung:

$$S2 = \frac{\frac{\sum \text{SuV_Zuwachs_UZ/NZ}}{\sum \text{SuV_Zuwachs_gesamt}}}{\frac{\sum \text{SuV_Fläche_UZ/NZ}}{\sum \text{SuV_Fläche_gesamt}}} [-]$$

UZ = nicht-zentraler Ort

ZU = unterzentraler Ort

Der Indikator Dispersionsdynamik errechnet sich aus dem Verhältnis zweier prozentualer Anteile: Dabei wird der Anteil der neu entstandenen Siedlungs- und Verkehrsflä-

(39)

Als „zentrale Orte“ wurden alle Gemeinden mit einem Code von <50 in der Zentrentypologie des BBR ausgewählt.

che in den unter- und nicht-zentralen Orten an der gesamten Neuinanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen im jeweiligen Bezugsraum ins Verhältnis gesetzt zum Anteil der bestehenden Siedlungs- und Verkehrsfläche in unter- und nicht-zentralen Orten an der bestehenden SuV-Fläche des Bezugsraums.⁴⁰ Ein Wert von über 1,0 bringt eine überproportionale Siedlungstätigkeit in unter- und nicht-zentralen Orten zum Ausdruck, wie es raumordnerisch nicht intendiert ist. Werte von weniger als 1,0 lassen sich hingegen als Anzeichen einer Konzentration der Siedlungsflächen in größeren Gemeinden werten.

Im Bundesdurchschnitt errechnet sich eine Verhältniszahl von 1,08. Dem Anteil unter- oder nicht-zentraler Orte am gesamten SuV-Flächenzuwachs der Jahre 1997 bis 2000 in Höhe von 63 % steht ein Anteil dieser Gemeinden von 58 % am gesamten Siedlungs- und Verkehrsflächenbestand im Jahr 2001 gegenüber. Neue Siedlungs- und Verkehrsflächen entstehen in der Mehrzahl der Bundesländer überproportional in nicht-zentralen Orten. Davon abweichend findet in den ostdeutschen Bundesländern eine auf die zentralen Orte konzentrierte Siedlungstätigkeit statt. Am deutlichsten ist

dies in Mecklenburg-Vorpommern (0,87) und Sachsen (0,80). Eine überdurchschnittliche Dispersionsintensität lässt sich für Schleswig-Holstein, das Saarland und Rheinland-Pfalz feststellen (siehe Tab. 33). Für die Testlandkreise wurden Werte von 1,54 (Meißen) und 0,30 (Wesel) errechnet.

Überraschenderweise zeigen die Daten (Tab. 33), dass die Dispersionsintensität im hoch verdichteten Zentralraum sowie im Zwischenraum deutlich höher ist als im peripheren Raum. Dies könnte auf eine höhere Wirksamkeit der landesplanerischen Zentrale-Orte-Systeme in ländlichen Räumen hinweisen. Eine andere Interpretation könnte lauten, dass in dünn besiedelten Regionen bauliche Investitionen (z. B. im Rahmen neuer Wohn- und Gewerbegebieterschließungen) in zentralen Orten mit geringeren Risiken behaftet sind und daher für privatwirtschaftlich agierende Akteure attraktiver sind.

Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen (S3)

Zielbezug:

SZ 1 – Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung

Berechnung:

$$S3 = \frac{\sum_{i=1}^n \text{gemeins. Randlänge neuer u. bestehender SuV_Fl.}}{\sum_{i=1}^n \text{Umfang neuer SuV_Fläche}} \quad [-]$$

n = Anzahl der in einer Bilanzperiode ermittelten neuen Siedlungspolygone

Tabelle 33
Indikator S2: Dispersionsdynamik (Verhältnis des Anteils neuer SuV in unter- und nicht-zentralen Orten am gesamten SuV-Zuwachs zum Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in unter- und nicht-zentralen Orten an der gesamten SuV) – Länderergebnisse für 1996-2000

Land	Dispersionsdynamik 1996-2000
Baden-Württemberg	1,12
Bayern	1,07
Brandenburg	0,91
Hessen	1,02
Mecklenburg-Vorpommern	0,87
Niedersachsen	1,04
Nordrhein-Westfalen	1,38
Rheinland-Pfalz	1,11
Saarland	1,28
Sachsen	0,80
Sachsen-Anhalt	0,97
Schleswig-Holstein	1,10
Thüringen	0,94
Bund (ohne Stadtstaaten)	1,08
<i>Zentralraum</i>	<i>0,98</i>
<i>Zwischenraum</i>	<i>1,04</i>
<i>Peripherieraum</i>	<i>1,37</i>

Quelle: Eigene Darstellung

Ein weiterer Kernindikator bildet die standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen in den Siedlungsbestand ab. Im Idealfall können Siedlungserweiterungen als Auffüllung bislang nicht baulich genutzter und nicht schützenswerter Inselflächen im Siedlungsraum oder als Arrondierung gut erschlossener Randflächen erfolgen. Häufig werden neue Siedlungsflächen aus Gründen des Immissionsschutzes, eines direkten Anschlusses an Hauptverkehrslinien oder der Bodenverfügbarkeit aber auch ohne standörtliche Anbindung an den Siedlungsbestand realisiert. In derartigen Fällen können negative landschaftsstrukturelle Wirkungen sowie hohe Erschließungs- und Mobilitätsaufwendungen entstehen, die ökologisch und ökonomisch negativ zu werten sind. Zur Messung wird der Indikator „standörtliche Integration“ eingesetzt (Siedentop/Meinel 2004; Meinel/Winkler

(40) Als „unter- oder nicht-zentrale Orte“ wurden – in Analogie zu Indikator S1 – alle Gemeinden mit einem Code von >=50 in der Zentrentypologie des BBR ausgewählt.

2003; Meinel/Neumann 2003). Als messtechnische Grundlage fungiert dabei eine Berechnung des Randverhältnisses neuer Siedlungsflächen zum bestehenden Siedlungsraum und zum Freiraum. Dieses Verhältnis kann zwischen 0 und 1 betragen. Im Fall eines Wertes „0“ liegt die betreffende Fläche vollständig im landschaftlichen Freiraum, im Fall „1“ vollständig innerhalb des zusammenhängend überbauten Siedlungsraumes. Abbildung 19 beinhaltet eine Unterscheidung von insgesamt vier Typen – neben den beiden o. g. Extrema werden weitere zwei Typen anhand ihres Randverhältnisses unterschieden.

Wird der Indikator für Bundesländer oder andere Gebietseinheiten errechnet, wird zunächst die Randlänge aller neuen Siedlungsgebiete zum benachbarten Siedlungsraum (gemeinsame Grenze) addiert. Dieser Wert wird anschließend durch die gesamte Randlänge neuer Siedlungspolygone dividiert.

Für eine bundesweite Realisierung dieses Indikators kann derzeit nur auf Daten von CORINE Land Cover 2000 zurückgegriffen werden. Wie bei anderen Indikatoren muss auch bei der Bewertung der standörtlichen Integration das hohe Aggregationsniveau dieser Datenbasis beachtet werden – CLC weist eine Untererfassungsgrenze bei Siedlungsflächen im Bestand von 25 Hektar auf. Kleinere Siedlungsflächen werden den umgebenden land- und forstwirtschaftlichen Bodenbedeckungsarten zugewiesen und damit nicht dargestellt. Im Zeitraum zwischen 1990 und 2000 erfolgte Siedlungserweiterungen werden in CLC ab einer Größe von fünf Hektar erfasst. Dadurch ist es möglich, dass Siedlungserweiterungen als

Tabelle 34

Indikator S3: Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen (Maß der Angrenzung des Gesamtumfangs einer neuen Siedlungsfläche an bereits existierende Siedlungsflächen „R“) – Länderergebnisse für 1990-2000 (auf Basis von CORINE Land Cover 2000)

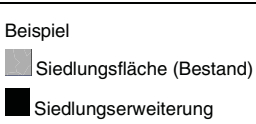
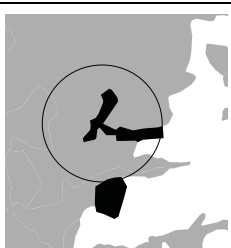

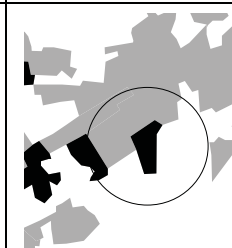
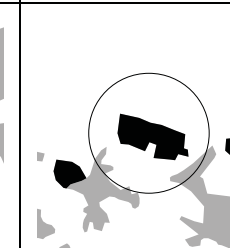
Land	Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen 1990-2000
Baden-Württemberg	0,29
Bayern	0,27
Brandenburg	0,22
Hessen	0,29
Mecklenburg-Vorpommern	0,23
Niedersachsen	0,32
Nordrhein-Westfalen	0,34
Rheinland-Pfalz	0,23
Saarland	0,28
Sachsen	0,25
Sachsen-Anhalt	0,25
Schleswig-Holstein	0,30
Thüringen	0,19
Bund	0,27
Zentralraum	0,41*
Zwischenraum	0,32*
Peripherieraum	0,30*
Bundesgebiet	0,33*

* Bei den Werten für die Raumstrukturtypen handelt es sich um die Mittelwerte der Einzelflächen. Da diese nicht – wie bei den Länderwerten nach der Flächengröße gewichtet sind, fallen diese höher aus als die Länderwerte.

Quelle: Eigene Darstellung

„nicht-integriert“ bewertet werden, die in der Realität an kleinere (in CLC nicht erfasste) Siedlungseinheiten anschließen. Auch ist CLC nicht in der Lage, kleinteilige Baumaßnahmen innerhalb zusammenhängen-

Abbildung 19 Unterscheidung von Integrationstypen neuer Siedlungsflächen in den Siedlungsbestand

Typ	voll integriert (1)	gut integriert (2)	wenig integriert (3)	nicht integriert (4)
Beispiel 				
Verhältnis des Randes neuer Siedlungsflächen zum bestehenden Siedlungsraum (R)	$2/3 < R < 1$	$1/3 < R < 2/3$	$0 < R < 1/3$	0

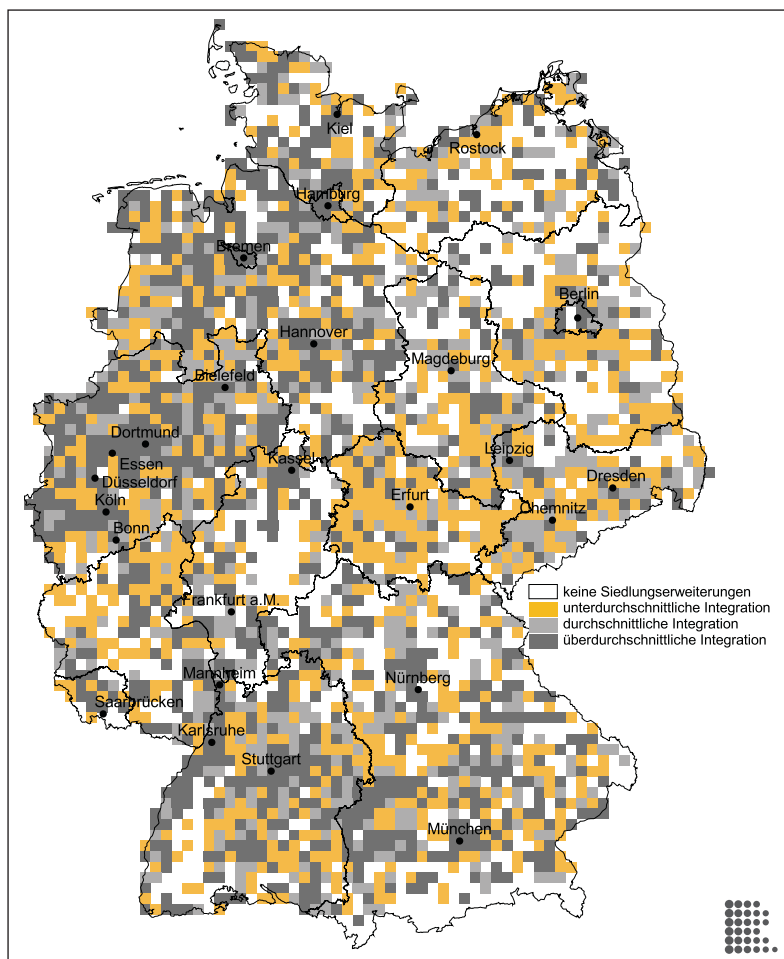
Quelle: Eigene Darstellung

der Siedlungsräume abzubilden, sodass der so ermittelte Anteil standörtlich nicht integrierter Siedlungserweiterungen wahrscheinlich zu hoch ausfällt. Vor diesem Hintergrund bedarf der Indikator einer Weiterentwicklung mit höher auflösenden Daten aus ATKIS-DLM 25. Eine Realisierung ist aber derzeit nicht möglich, da in ATKIS noch keine historischen Nutzungsdaten generierbar sind. Dies ließe sich aber durch eine stichtagsbezogene Regelung der Datenarchivierung lösen, die mit der Realisierung des Nachhaltigkeitsbarometers eingeführt werden könnte. Diese Stichtagsregelung würde es ermöglichen, den jeweiligen Führungsstand des DLM zum 31.12. einzufrieren und auf diese Weise multitemporale Analysen der Flächennutzung unterstützen.

Im Ergebnis der für alle zwischen 1990 und 2000 in CLC erfassten Siedlungserweiterungen durchgeführten Berechnung wurde ein mittlerer Integrationsgrad von 0,27 festgestellt. Das bedeutet, dass die Grenzen eines durchschnittlichen neuen Siedlungsgebietes nur zu einem knappen Viertel an den Siedlungsbestand angrenzen. Dabei machen Siedlungserweiterungen, die überhaupt keine Grenze zu bestehenden Siedlungsflächen aufweisen, immerhin einen Anteil von 26 % aus. In einzelnen Bundesländern weist der Integrationsgrad besonders niedrige Werte auf. Dies betrifft vor allem Thüringen, aber auch Rheinland-Pfalz, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Hier hat die Siedlungstätigkeit überdurchschnittlich zur Landschaftszersiedelung beigetragen, weil viele Siedlungsgebiete in räumlicher Distanz zum bestehenden Siedlungsraum entwickelt wurden.

Länder mit überdurchschnittlicher Integration neuer Siedlungsflächen in den Bestand sind Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Abbildung 20 macht zudem deutlich, dass die standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen in den Siedlungsbestand in den Agglomerationsräumen besser gelingt als in agglomerationsfernen ländlichen Räumen. Aktuelle Modellrechnungen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung bestätigen dies (Einig 2006).

Abbildung 20
 Indikator S3: Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen (Anteil neuer Siedlungsflächen nach Grad der Integration in den Siedlungsbestand – Maß der Angrenztheit des Gesamtumfangs einer neuen Siedlungsfläche an bereits existierende Siedlungsflächen) 1990-2000 (auf Basis von CORINE Land Cover 2000)



Quelle: Eigene Darstellung

Zerklüftungsgrad (S4)

Zielbezug:

SZ 1 – Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung

Berechnung:

$$S4 = \frac{P}{P_{min}} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{2\sqrt{\pi \sum_{i=1}^n a_i}}$$

P = Gesamtumfang aller Siedlungspolygone

p_i = Umfang eines Siedlungspolygons

a_i = Fläche eines Siedlungspolygons

Der Zerklüftungsgrad (Thinh 2004; Thinh 2002) wurde oben bereits eingeführt; er misst den Umfang einer Siedlungsfläche (bzw. der Summe der Siedlungsflächen einer Gebietseinheit) und setzt diesen zum Umfang eines Kreises oder eines Quadrats mit gleichem Flächeninhalt ins Verhältnis.

Der mit der gleichen mathematischen Formel wie der sog. Shape-Index berechnete Zerklüftungsgrad nimmt den Wert „1“ an, wenn die Fläche die Form eines Kreises oder Quadrats hat. Je zergliederter die Nutzungsstruktur ist, desto höhere Werte weist der Indikator aus. Der Indikator ist ein aussagekräftiger „Zeiger“ für die Zersiedelung eines Gebietes, da er kompakte Besiedlungsformen deutlich von zergliederten, zerfransten Siedlungsmustern unterscheiden kann.

In der oben dargestellten mathematischen Form ist der Zerklüftungsgrad aber größenabhängig – der Indikatorwert steigt mit der Größe des Untersuchungsgebietes bzw. der Menge an Siedlungspolygonen an, sodass Vergleiche zwischen unterschiedlich großen Räumen problematisch sind. Abhilfe verschafft hier der Mean-Shape-Index, wel-

cher als Durchschnittswert der für jedes Polygon errechneten Shape-Indizes bzw. Zerklüftungsgrade berechnet wird (McGarigal/Marks 1994, C18).

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{p_{ij}}{2\sqrt{\pi \cdot a_{ij}}} \right)}{n_i}$$

MSI = Mean Shape Index

mit:

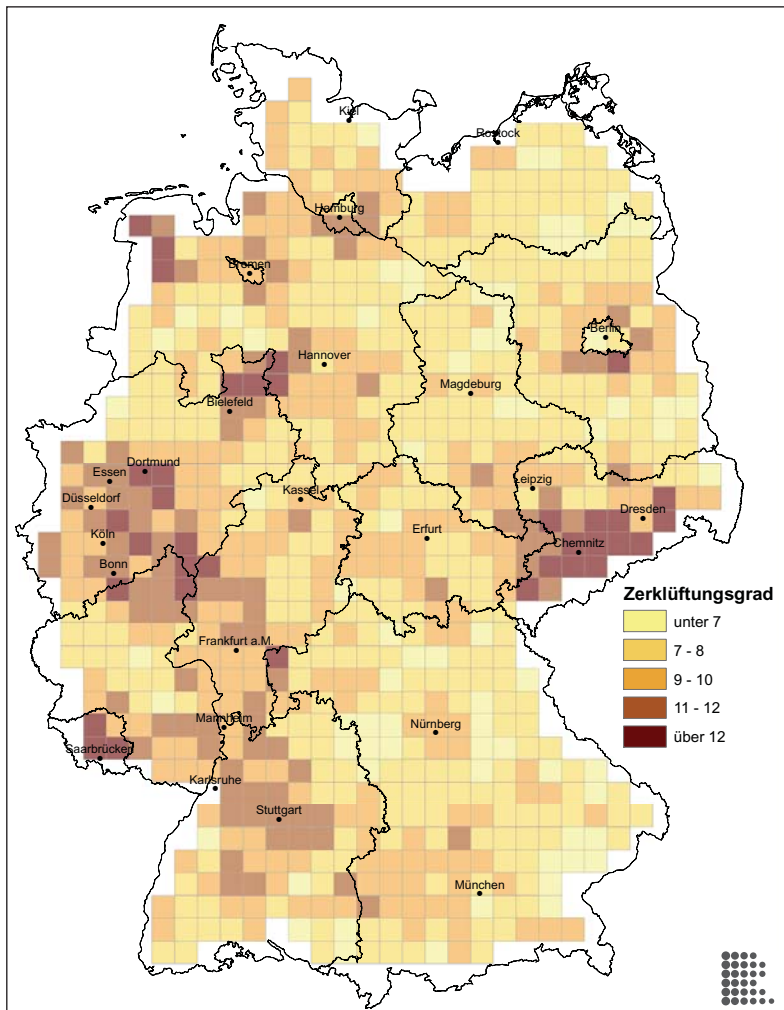
p_{ij} = Umfang des Polygons ij

a_{ij} = Fläche des Polygons ij

n_i = Gesamtzahl der Polygone

Abbildung 21 zeigt die Rechenergebnisse für das Bundesgebiet in einer Rasterauflösung mit einer Kantenlänge von 20 Kilometern – aufgrund der Tatsache, dass hier alle Bezugsräume gleich dimensioniert sind, kann die oben dargestellte Berechnungsformel des Zerklüftungsgrades ohne Bedenken eingesetzt werden. Grundlage der Berechnung sind Daten aus CORINE Land Cover. Alle als Siedlungsflächen (CLC-Code <200, ohne Abbaufächen) kategorisierten Polygone wurden dabei mit der Arc-GIS Routine Dissolve zu einem zusammenhängenden Siedlungskörper aggregiert. Durch eine Verschneidung dieses Datenbestandes mit dem Gitternetz kann der Zerklüftungsgrad für jede Rasterzelle berechnet werden.

Abbildung 21
Indikator S4: Zerklüftungsgrad (Verhältnis des Umfangs der Siedlungsflächen einer Gebietseinheit zum Umfang eines Kreises mit demselben Flächeninhalt) – Ergebnisse für das Bundesgebiet im Jahr 2000, Kantenlänge des Rasters: 20 km)



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 35
Indikator S4: Zerklüftungsgrad (mittleres Verhältnis des Umfangs jeder Siedlungsfläche einer Gebietseinheit zum Umfang eines Kreises mit demselben Flächeninhalt) – Länderergebnisse für das Jahr 2000 (auf Basis von CORINE Land Cover 2000)

Land	Zerklüftungsgrad 2000
Baden-Württemberg	1,75
Bayern	1,77
Brandenburg	1,73
Hessen	1,77
Mecklenburg-Vorpommern	1,68
Niedersachsen	1,92
Nordrhein-Westfalen	1,99
Rheinland-Pfalz	1,79
Saarland	2,10
Sachsen	2,10
Sachsen-Anhalt	1,62
Schleswig-Holstein	1,97
Thüringen	1,73
Bund	1,82
Zentralraum	1,89
Zwischenraum	1,81
Peripherieraum	1,81

Quelle: Eigene Darstellung

Für die Berechnung des Zersiedelungsgrades der Bundesländer wurde aus den o. g. Gründen auf den Mean-Shape-Index zurückgegriffen. Zwischen den Bundesländern zeigen sich relevante Unterschiede – Länder mit einer weniger irregulären Umrissform ihrer Siedlungsflächen, bzw. mit einer weniger zerklüfteten Siedlungsstruktur sind mit Ausnahme Sachsens alle neuen Bundesländer. Ein überdurchschnittlicher Zersiedlungs- bzw. Zerklüftungsgrad wird in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Schleswig-Holstein und im Saarland angetroffen. Abbildung 21 zeigt darüber hinaus, dass stärker zersiedelte Gebiete zum einen in den suburbanen Randzonen um die Verdichtungskern anzutreffen sind. Zum anderen finden wir solche Gebiete in ländlichen Räumen mit spezifischen Siedlungsstrukturen. Genannt seien hier vor allem die bandartigen Siedlungsformen im Erzgebirge (Waldhufendörfer) sowie in Teilen Ostfrieslands.

Baulandreserven (S5)

Zielbezug:

SZ 2 – Nachverdichtung und Innenentwicklung

SZ 5 – Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen

NZ 2 – Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme

Berechnung:

$$S5 = \frac{\sum \text{baul_nutzb_Fl. i. Siedlungsraum}}{\sum \text{Gebäude_u_Freifläche}} \times 100 \quad [\%]$$

Der Indikator „Baulandreserven“ gibt Auskunft über den Anteil unbebauter Flächen innerhalb des Siedlungsbestandes, worunter Baulücken und sonstige untergenutzte Flächen verstanden werden. Dies können, müssen aber keine Brachflächen sein (siehe hierzu Indikator S6). Berechnet wird der Indikator als Bestand der Baulandreserven im Verhältnis zur gesamten Gebäude- und Freifläche.

Die Realisierung dieser Messgröße stützt sich auf Daten des Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK). Dazu erfolgt eine Verschneidung des aus dem ALK ermittelten Bestands an untergenutzten Flächen mit baurechtlichen Datenbeständen (Satzungen, Art der baulichen Nutzung des Flächennutzungsplans). Dabei sollen nur diejenigen Flächen innerhalb des Siedlungsbestands als Baulandreserven identifiziert werden, die planungsrechtlich als Bauland verfügbar sind.

Durch die Überlagerung des Datensatzes der Gebäude mit dem Datensatz der im ALK ebenfalls nachgewiesenen Nutzungsarten der Grundstücksflächen werden zunächst die Flächenbestände ermittelt, auf denen keine Gebäude stehen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Flurstücke durch Nutzungsarten unterteilt werden können. Daher ist es für die Bestimmung des Indikatorwertes notwendig, den Grad der baulichen Nutzung nicht bezogen auf das gesamte Flurstück sondern bezogen auf die Teilfläche des Flurstückes zu berechnen, dem die Nutzungsart Gebäude- und Freifläche zugeordnet ist. In einem ersten Bearbeitungsschritt sind daher durch eine Verschneidung der Datensätze der Flurstücke und der Nutzungsarten die Flurstücke bzw. Flurstücksanteile zu ermitteln, die eine der nachfolgend genannten Nutzungsarten aufweisen:

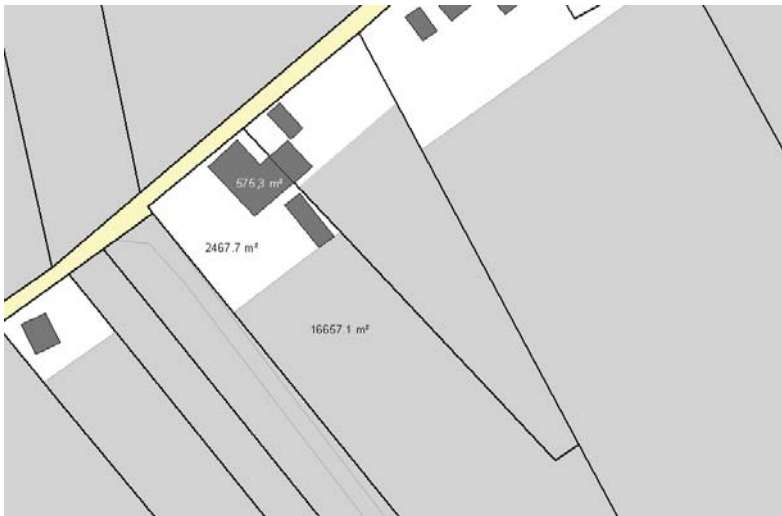
- Gebäude- und Freifläche für öffentliche Zwecke
- Gebäude- und Freifläche Wohnen
- Gebäude- und Freifläche Handel und Dienstleistungen
- Gebäude- und Freifläche Gewerbe und Industrie
- Gebäude- und Freifläche Mischnutzung mit Wohnen
- Gebäude- und Freifläche Land- und Forstwirtschaft
- Gebäude- und Freifläche zu Versorgungsanlagen

In einer weiteren Verschneidung des im ersten Arbeitsschritt erzeugten Datenbestandes mit den Gebäuden wird die Aufstandsfläche der Gebäude auf den Teilflächen der Flurstücke ermittelt, die den oben genannten Nutzungsarten zugeordnet sind (siehe hierzu auch Abb. 22a). Als Ergebnis dieser Verschneidung erhält man eine Tabelle, in der für jedes Gebäude eine eindeutige Nummer des Flurstücks angegeben ist. Über eine statistische Auswertung, in der die Flächen mehrerer Gebäudeteile auf ein Flurstück addiert werden, lässt sich die gesamte Gebäudeaufstandsfläche für jedes Flurstück bzw. Teilflurstück ermitteln. Nach einer Verknüpfung dieser Tabelle mit den Daten der Flurstücke kann die Berechnung des Nutzungsgrades der Flurstücke durchgeführt werden.

Der Nutzungsgrad ist der prozentuale Anteil der Grundstücksfläche, der die Nutzungsart Gebäude- und Freifläche aufweist,

Abbildung 22a

Selektion der Grundstücksanteile, die als Gebäude- und Freifläche kategorisiert sind (weiße Flächen) – für das hier dargestellte Beispiel ergibt sich ein Nutzungsgrad des Grundstücks von ca. 23 %



Quelle: Eigene Darstellung

und mit einem Gebäude überstanden ist. Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:

$$NG = \frac{100}{F_{stfl}} * G_{fl}$$

NG Nutzungsgrad des Flurstücks

F_{stfl} Fläche des Flurstücks, mit der Nutzungsart Gebäude- und Freifläche

G_{fl} Aufstandsfläche des Gebäudes

Aus dem berechneten Ergebnisdatenbestand werden in einem nächsten Schritt die

Flurstücke selektiert, die zu weniger als 10 % überbaut sind und deren Nutzungsart als Gebäude und Freifläche kategorisiert wurde. Da mit dieser Vorgehensweise auch solche Flächen identifiziert werden, die aufgrund ihrer Form nicht für eine künftige bauliche Nutzung zur Verfügung stehen, wurde ein Formparameter eingesetzt, der eine Beurteilung des Zuschnitts der Fläche erlaubt. Bei Formparameter geht man in der Regel von dem Verhältnis von Fläche (A) zu Umfang (U) aus. Das hierbei berechnete Verhältnis ist abhängig von der Größe der Fläche, d. h. eine große, gut zugeschnittene Fläche kann ein ähnliches Verhältnis aufweisen, wie eine kleine, schlecht zugeschnittene Fläche. Eine Selektion über die Dimension dieser Verhältniszahl ist daher nur eingeschränkt möglich. Ausgehend von der Grundannahme, dass ein Kreis das günstigste Verhältnis zwischen Fläche und Umfang aufweist, kann ein Formparameter berechnet werden, der das Verhältnis des aus der Fläche abzuleitenden Radius und des aus dem Umfang abzuleitenden Radius ausdrückt. Dies hat den Vorteil, dass eine Maßzahl berechnet wird, die folgende Bedingung erfüllt:

$0 < x \leq 1$; 1 entspricht dabei einer kreisförmigen Fläche.

Der Formparameter wird nach folgender Formel berechnet:

$$Fp = \sqrt{\frac{A}{\pi}} / \frac{U}{2\pi}$$

mit:

A = Fläche

U = Umfang

Abbildung 22b

Ergebnis der Ermittlung untergenutzter Flächen – die Gebäude und Freifläche (weiß) sind mit einer Schraffur (rot) überlagert, die die Einschätzung aufgrund der Anwendung des Formparameters wiedergibt; je enger die Schraffur desto günstiger ist der Formparameter der Fläche



Quelle: Eigene Darstellung

Die Anwendung des Formparameters ist von der Größe des Grundstückes abhängig zu machen. Mit zunehmender Grundstückgröße erhält man trotz eines geringeren Formparameters einen bebaubaren Grundstückszuschnitt, z. B. eine ausreichende Grundstücksbreite an der Straßenfront. Nichtsdestotrotz verdeutlicht der Formparameter den Zuschnitt der Fläche und erlaubt eine Angabe über die Nutzbarkeit bzw. die Intensität der Bebaubarkeit des Grundstückes.

Die Erprobung des Indikators wurde anhand der Stadt Kamp-Lintfort durchgeführt (vgl. Tab. 36 und Karte S5 in Anhang 2). Dabei zeigt sich, dass Baulandreserven in einem Umfang von knapp 10 % der bestehenden Gebäude- und Freifläche vorhanden sind. Die Mobilisierung dieses Flächen-

Tabelle 36
Bestand untergenutzter Flächen in der Stadt Kamp-Lintfort

Gebäude- und Freiflächen	Untergenutzte Flächen	Anzahl untergenutzter Flächen	Anteil der untergenutzten Flächen an der Gebäude- und Freifläche*
879,2 ha	79,2 ha	465	9 %
* Bei der Berechnung der Flächen wurde festgestellt, dass umfangreiche Flächen der Ebene Nutzungsarten fehlerhaft attribuiert waren. Mit Blockbebauung bebaute Flächen wurden die Nutzungsarten Straße (einbahnig) zugeordnet.			

Quelle: Eigene Darstellung

potenzials würde es erlauben, den Grundsatz „Innen- vor Außenentwicklung“ zu verfolgen, ohne damit das Ziel einer „qualitativen Innenentwicklung“, d. h. einer ausreichenden Versorgung der Einwohner mit Grünflächen, zu gefährden.

Das auf diese Weise als „Baulandreserve“ identifizierte Flächenpotenzial wird schließlich nach dem planungsrechtlichen Status differenziert:

- „sofort nutzbar“: Flächenreserven innerhalb des Geltungsbereiches verbindlicher Bauleitpläne
- „nutzbar“: Flächenreserven innerhalb einer im Flächennutzungsplan dargestellten Baufläche, aber außerhalb des Geltungsbereiches verbindlicher Bauleitpläne

Optional können auch Flächenreserven innerhalb der in Regionalplänen (in Nordrhein-Westfalen Gebietsentwicklungspläne) dargestellten Vorranggebiete für die Siedlungsentwicklung berücksichtigt werden, wenn die entsprechenden Plandarstellungen digital verfügbar sind.

Brachflächen (S6)

Zielbezug:

SZ 2 – Nachverdichtung und Innenentwicklung

SZ 3 – Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen

SZ 5 – Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen

NZ 2 – Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme

Berechnung:

$$S6 = \sum_{i=1}^n \text{baulich nutzbare Brachflächen [ha]}$$

n = Anzahl der identifizierten Brachflächen

Neben unbebauten oder geringfügig bebauten Flächen im Siedlungsbestand sind städtische Brachflächen der zweite wesentliche Ansatzpunkt für städtebauliche Innenentwicklungsstrategien. Brachflächen

weisen in der Regel eine Anbindung an bestehende Infrastrukturen auf und nicht zuletzt trägt ihre Wiedernutzung zu einer reduzierten Flächenneuanspruchnahme und damit zu einer Erhöhung der ökonomischen Produktivität der Siedlungsfläche bei.

Bislang konnte der Brachflächenbestand nur mithilfe von Modellrechnungen geschätzt werden. Teilweise stützen sich diese Rechnungen auf Daten der amtlichen Flächenerhebungen (UBA 2003), teilweise auf Daten aus Sondererhebungen. Erst wenige Kommunen verfügen über Brachflächenkataloge, in denen der Bestand systematisch erfasst und fortgeschrieben wird. Für Dresden wurde im Rahmen einer Diplomarbeit ein Brachflächenbestand in Höhe von etwa 15 % der im FNP dargestellten Bauflächen erhoben (Weser 2005, S. 43).

Das Hauptproblem in der Bestandserfassung liegt in der Tatsache, dass Brachflächen nicht über einfache Identifikationsprozedere, wie sie beim Indikator S5 Baulandreserven zum Einsatz kommen, ermittelt werden können. Brachflächen sind häufig durch bauliche Nutzungen geprägt, deren funktionaler Status weder durch Katasterdaten noch durch fernerkundliche Daten erfasst werden kann. Im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers ist daher eine Berücksichtigung dieses Indikators nicht möglich.

Die hohe politische Bedeutung, die der Wiedereingliederung von Brachflächen in den urbanen Nutzungskreislauf zukommt, gebietet es aber, zukünftig nach Möglichkeiten zu suchen, auf welche Weise eine „Brachflächenstatistik“ geführt werden kann. In erster Annäherung bieten sich zwei Möglichkeiten:

- In Rücksprache mit den Landesvermessungsverwaltungen sollte zunächst eine Qualifizierung der Vergabepaxis der Nutzungsart „Gebäude- und Freifläche ungenutzt“ geprüft werden (Nutzungs-

artengruppe 290). Zu hinterfragen ist die derzeitige Abbildungsleistung des tatsächlichen Brachflächenbestands durch diese Kategorie, was eine Prüfung der aktuellen Vergabepaxis der kommunalen Vermessungsverwaltungen einschließt. Im Ergebnis einer solchen Prüfung sollten konkrete Maßnahmen benannt werden, wie die diesbezügliche Qualität der Flächenerhebung zu verbessern ist. Gegebenenfalls sollte in Analogie zur Siedlungs- und Verkehrsfläche ein jährlicher Erhebungszyklus der „ungenutzten“ Gebäude- und Freifläche erwogen werden.

- Eine zweite Möglichkeit besteht in der Einführung eines obligatorischen kommunalen Meldeverfahrens zu den lokalen Brachflächenbeständen. Danach würden die Gemeinden verpflichtet, den Bestand an baulichen Brachflächen stichtagsbezogen zu erheben und den statistischen Landesämtern zu melden. Sinnvoll erscheint ein zweijähriger oder vierjähriger Erhebungsturnus, angelehnt an die Flächenerhebungen nach Art der tatsächlichen Nutzung. Gegenstand des Meldeverfahrens könnten auch geplante (oder bereits realisierte) Nachnutzungen mitsamt Angaben zu erzielten Wohnungs- und Gewerbebauleistungen sein. In Niedersachsen konnten mit einer – allerdings freiwilligen – Baulandumfrage sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Hier beteiligten sich nahezu alle Gemeinden des Landes, sodass heute ein fast flächendeckender, alle zwei Jahre aktualisierter, Datenbestand zu Umfang und Struktur kommunaler Baulandreserven zur Verfügung steht.

Für das zweite Verfahren spricht die höhere statistische Leistungsfähigkeit, denn im Gegensatz zu den Daten der Flächenerhebungen ließe sich im Rahmen eines Meldeverfahrens ein breiterer Katalog von Daten abfragen. Gegen die Einführung eines verpflichtenden Meldeverfahrens steht aber das aktuelle politische Klima, in welchem die Einführung zusätzlicher kommunaler Statistiken eher skeptisch bewertet wird. Auch erscheint es wenig wahrscheinlich, dass alle Bundesländer eine entsprechende Initiative unterstützen würden. Andererseits ist der Umgang mit Brachflächen als *die* siedlungspolitische Herausforderung in der näheren Zukunft anzusehen. Hier ergriffene politische Maßnahmen bedürfen eines qualifizierten Datenbestands für eine

systematische Erfolgskontrolle, sodass auch ein vergleichsweise hoher Aufwand für die Datenerhebung gerechtfertigt erscheint.

Wiedernutzung Brachflächen (S7)

Zielbezug:

SZ 2 – Nachverdichtung und Innenentwicklung
SZ 3 – Innerörtliches Flächenrecycling, Wiedernutzung von Brachen

SZ 5 – Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen

NZ 2 – Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme

Berechnung:

$$S7 = \frac{\sum_{i=1}^n \text{auf Brachen neu gebaute Wohnungen [Anzahl]}}{\sum_{i=1}^n \text{neu gebaute Wohnungen (insgesamt) [Anzahl]}} \times 100 [\%]$$

n = Anzahl der identifizierten Brachflächen bzw. wiedergenutzten Brachflächen

Aufgrund der unter dem Indikator S6 Brachflächen geschilderten Probleme ist auch dieser Indikator, der den Anteil der auf Brachflächen und sonstigen Innenbereichsflächen (vor allem Baulücken) errichteten Wohnungen am Gesamtbestand neu gebauter Wohnungen wiedergibt, für größere Gebiete nicht erhebbar. Auch hier lässt sich lediglich die hohe fachliche Relevanz des Indikators betonen, die aus vereinzelt vorliegend kommunalen Daten gefolgert werden kann. So ermittelte Weser (2005, S. 46) für die Stadt Dresden, dass im Zeitraum zwischen 1993 und 2003/2004 auf über 1 300 Hektar Brachflächen Nutzungsänderungen stattgefunden haben. Den größten Anteil haben dabei bauliche Nachnutzungen, aber auch Entsiegelungsmaßnahmen sind zu größeren Anteilen vertreten. Der Umfang der auf Brachflächen lokalisierten Wohn- und Gewerbebautätigkeit in Wohneinheiten oder Flächeneinheiten ließ sich allerdings nicht quantifizieren. Auch sind Daten zu Brachflächen weder flächendeckend noch in einer Form vorhanden, die es erlauben würden, sie im Sinne der hier vorgeschlagenen Indikatorformulierung aufzubereiten.

An dieser Stelle sei auch auf die internationale Anschlussfähigkeit dieses Indikators hingewiesen. In der britischen Stadtplanung fungiert der Indikator S7 als zentrale politische Vorgaben der Zentralregierung an die lokalen Gebietskörperschaften. Im Jahr 2000 wurde das Ziel ausgegeben, bis

2008 60 % der nationalen Wohnungsbauleistung auf Brachflächen zu errichten (Office of the Deputy Prime Minister 2000). Diese Ziel wurde in sehr kurzer Zeit übererfüllt – im Jahr 2005 konnten in England 75 % aller neu gebauten Wohnungen auf Brachflächen (brownfield land) lokalisiert werden (Earl 2006, S. 19). Für Deutschland liegen – wie oben ausgeführt – keine diesbezüglichen statistischen Erkenntnisse vor. Geschätzt werden kann allerdings, dass eine Innenentwicklungsquote von 30 % im Wohnungsbaubereich nicht überschritten wird.

Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen (S8)

Zielbezug:

SZ 5 – Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen

Berechnung:

$$S8 = \frac{\sum SuV_Fl_i_SPNV_Einzugsbereich}{\sum SuV_Fläche_gesamt} \times 100 \quad [\%]$$

Einzugsbereich schienengebundener OV-Systeme (SPNV):

- U-Bahn, Straßenbahn 0,9 km Radius
- S-Bahn, Regionaler Schienenverkehr 1,2 km Radius

Der Indikator „Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen“ misst den Anteil der im Einzugsbereich von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs befindlichen Siedlungsfläche. Die Relevanz dieses Indikators begründet sich aus der hohen Bedeutung eines fußläufigen Zugangs zu den Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs. Verkehrswissenschaftliche Studien zeigen, dass die Nutzungsintensität des öffentlichen Verkehrs mit zunehmender Entfernung des Wohnstandortes zum Haltepunkt abnimmt (siehe z. B. ILS 1999).

Der Indikator S8 konnte bundesweit nur mit CORINE Land Cover realisiert werden. Somit gelten die im Zusammenhang mit Indikator S3 genannten Vorbehalte zur Interpretation der Ergebnisse auch hier. Indikator S8 quantifiziert den Anteil der im Einzugsbereich von Haltestellen des schienengebundenen öffentlichen Verkehrs befindlichen Siedlungsfläche.⁴¹ Als Datengrundlage für die Infrastruktur des öffentlichen Nahverkehrs wurde auf einen Datensatz der DDS Digital Data Services GmbH zurückgegriffen. Die Einzugsbereiche wurden verkehrsträgerspezifisch festgelegt – 900 Meter bei U- und Straßenbahnen und 1 200 Meter bei schienengebundenen Regionalverkehrs-

systemen (S-Bahn und DB-Regionalverkehr).

Die für das Jahr 2000 errechneten Ergebnisse (Tab. 37) verdeutlichen, dass in ländlich geprägten Bundesländern wie Mecklenburg-Vorpommern oder Niedersachsen ein deutlich geringerer Erschließungsgrad vorhanden ist als in stärker verstäderten Ländern wie Baden-Württemberg oder Hessen mit einem hier dichten Netz schienengebundener Verkehrsangebote. Der in Hessen und Baden-Württemberg deutlich überdurchschnittliche Anteil erschlossener Siedlungsgebiete lässt sich aber auch als Indiz für den Steuerungserfolg der Raumordnung interpretieren, die in beiden Ländern traditionell eine punkt-axiale Konzentration der Siedlungstätigkeit verfolgt. Dies wird durch den Indikator S9 bestätigt (siehe dort).

Bundesweit ist etwa ein Drittel der Siedlungsflächen gut an den schienengebundenen öffentlichen Nahverkehr angeschlossen. Tabelle 37 verdeutlicht ein starkes raumstrukturelles Gefälle des Erschließungsgrades von den Kernbereichen der Agglomerationen in die ländlich geprägten

Tabelle 37
Indikator S8: Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen (Anteil der Siedlungsfläche im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Systeme in %) – Länderergebnisse für das Jahr 2000 (auf Basis von Daten aus CORINE Land Cover 2000 und DDS Digital Data Services GmbH; Datenprozessierung: Thomas Pütz, BBR)

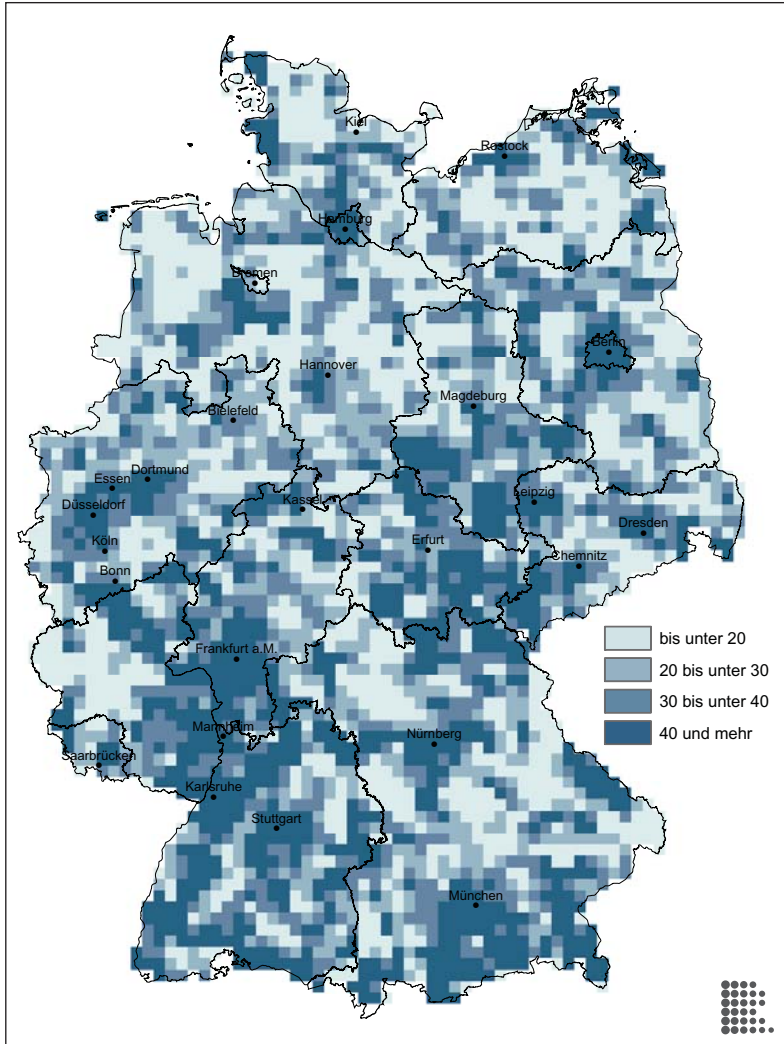
Land	Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen 2000
Baden-Württemberg	41,7
Bayern	36,6
Brandenburg	27,5
Hessen	41,7
Mecklenburg-Vorpommern	27,8
Niedersachsen	22,3
Nordrhein-Westfalen	32,8
Rheinland-Pfalz	35,7
Saarland	36,6
Sachsen	37,2
Sachsen-Anhalt	35,0
Schleswig-Holstein	25,3
Thüringen	34,3
Bund (ohne Stadtstaaten)	33,5
Zentralraum	42,2
Zwischenraum	32,8
Peripherieraum	27,2

(41)
Als Siedlungsflächen wurden dabei die CORINE-Typen <200 mit Ausnahme der Abbauflächen (131) ausgewählt.

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 23

Indikator S8: Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen (Anteil der Siedlungsfläche im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Angebote in %) Ergebnisse für das Bundesgebiet, 2000 (eigene Darstellung auf Basis von Daten aus CORINE Land Cover 2000 und DDS Digital Data Services GmbH; Datenprozessierung: Thomas Pütz, BBR)



Quelle: Eigene Darstellung

Räume. Dies zeigen auch die Ergebnisse für Zentral-, Zwischen- und Peripherieraum. Mit zunehmender räumlicher Distanz zu den Agglomerationskernen sinkt somit die Wahrscheinlichkeit, im fußläufigen Umfeld des Wohnstandorts einen Zugangspunkt zu schienengebundenen Verkehrsangeboten vorzufinden.

Da Angaben zu Haltestellen des schienengebundenen Nahverkehrs auch in ATKIS DLM 25/2 implementiert sind, konnte der Indikator auch für die Testlandkreise umgesetzt werden. Für den Landkreis Meißen wurde errechnet, dass etwa 37 % der Siedlungsflächen im Einzugsbereich von Haltestellen des schienengebundenen Nahverkehrs lokalisiert sind. Im Kreis Wesel beträgt dieser Anteil nur knapp 18 %. Die Berechnung der Indikatorwerte erfolgte für beide Testgebiete über die im ATKIS Basis DLM erhaltenen Informationen zu Bahnhofsanlagen (Objektart 3501) in Verbindung mit dem Attribut „Bahnkategorie“, das zu den Bahnstrecken geführt wird. Aus der Kombination der Lage des Haltepunktes und der Angabe der Bahnkategorie der Bahnstrecke lässt sich die Funktion und der Einzugsbereich des Haltepunktes ermitteln. Dieser Einzugsbereich wird mit den Siedlungsflächen durch eine Überlagerung in Beziehung gesetzt und somit der Siedlungsflächenanteil ermittelt, der Gegenstand dieses Indikators ist.

Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen (S9)

Zielbezug:

SZ 5 – Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen

Berechnung:

$$S9 = \frac{\sum SuV_Zuwachs_i_SPNP_Einzugsbereich}{\sum SuV_Zuwachs_gesamt} \times 100 \text{ [%]}$$

Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Systeme (siehe oben)

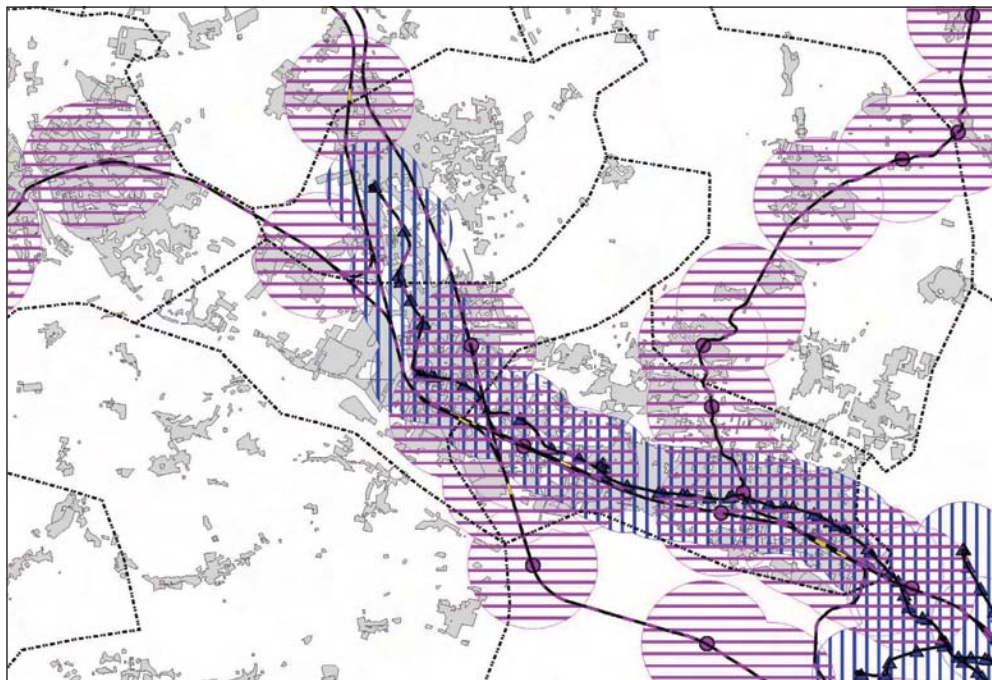
Dieser Indikator basiert auf denselben Datenquellen wie Indikator S8. Berechnet wird der Anteil der in einer Bilanzperiode neu in Anspruch genommenen Siedlungsfläche im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Angebote am gesamten Siedlungsflächenzuwachs. Mit CLC-Daten errechnet sich bundesweit ein Anteil von knapp 20 %. In einzelnen Regionen – insbesondere in den süddeutschen Agglomerationsräumen – werden zum Teil deutlich höhere Werte angetroffen (Abb. 25). Werte

Tabelle 38
Attributwerte des Attributes Bahnkategorie in den Bundesländern Sachsen und Nordrhein-Westfalen mit Angabe der verwendeten Einzugsbereiche

Attribut BKT	Bahnkategorie	Sachsen	Nordrhein-Westfalen
1100	Eisenbahn	X (1 200 m)	X (1 200 m)
1107	im OK nicht bezeichnet; nach der Systematik Regionalverkehr		X (1 200 m)
1200	Stadtbahn		X (900 m)
1201	Straßenbahn	X (900 m)	X (900 m)

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 24
Schematische Darstellung der Einzugsbereiche unterschiedlicher regionaler Schienenverkehrsangebote im Landkreis Meißen (rot schraffiert: S-Bahn und DB-Nahverkehr, blau schraffiert: Straßenbahn)



Quelle: Eigene Darstellung

von über 40 % sind aber auch in den Agglomerationsräumen die Ausnahme.

Zwischen den einzelnen Bundesländern zeigen sich zum Teil überraschende Unterschiede, die nicht allein aus der Verdichtungssituation zu erklären sind. So variiert der Indikatorwert zwischen Hessen (27,5 %) und Nordrhein-Westfalen (17,2 %) um beachtliche 10 Prozentpunkte. Eine Erklärung könnte – wie im vorangegangenen Abschnitt bereits angedeutet – in der besonderen Wertschätzung einer am Öffentlichen Nahverkehr orientierten Siedlungsentwicklung durch die Landes- und Regionalplanung im Bundesland Hessen liegen. Denkbar ist aber auch, dass die Siedlungspotenziale im Einzugsbereich des öffentlichen Nahverkehrs in den nordrhein-westfälischen Agglomerationen bereits weitgehend aufgezehrt sind. Schließlich kann auch die starke Siedlungsdynamik in den agglomerationsfernen – weniger gut durch den schienengebundenen Nahverkehr erschlossenen – Regionen Nordrhein-Westfalens wie dem Münsterland als Erklärung für den vergleichsweise geringen Erschließungsgrad neuer Siedlungsflächen in diesem Bundesland herangezogen werden.

Der verkehrliche Erschließungsgrad neuer Siedlungsgebiete variiert zwischen den

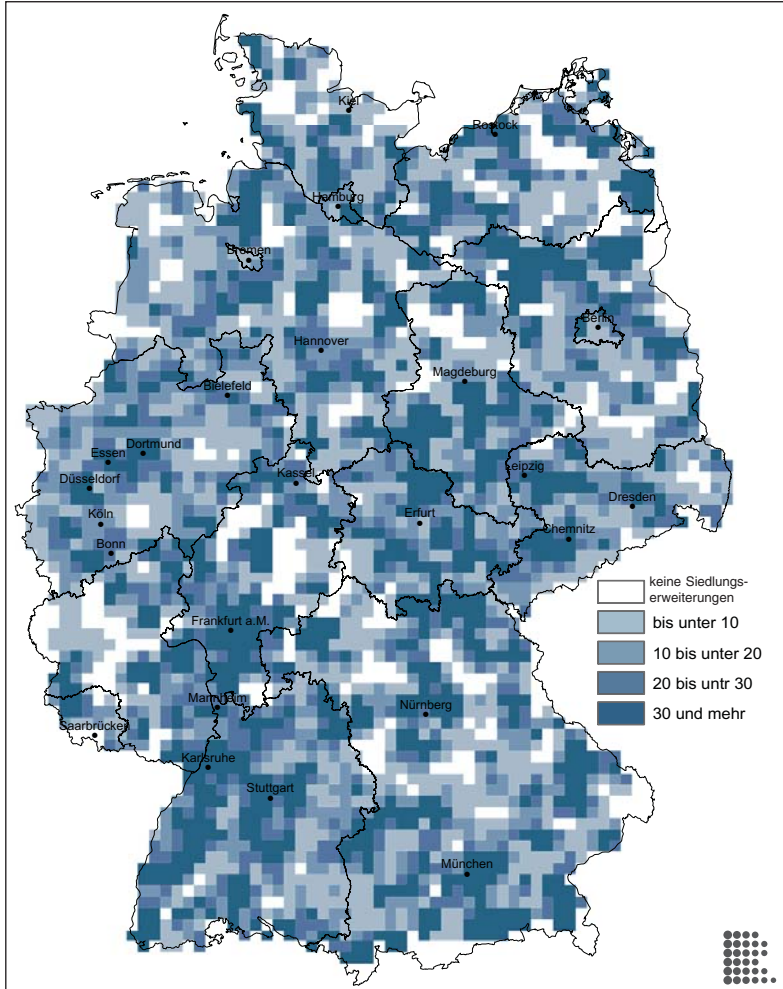
Tabelle 39
Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen (Anteil neuer Siedlungsflächen im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Angebote in %) – Länderergebnisse für den Zeitraum 1990-2000 (auf Basis von CORINE Land Cover 2000 und DDS Digital Data Services GmbH; Datenprozessierung: Thomas Pütz, BBR)

Land	Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen 2000
Baden-Württemberg	25,4
Bayern	18,9
Brandenburg	15,6
Hessen	27,5
Mecklenburg-Vorpommern	19,0
Niedersachsen	15,3
Nordrhein-Westfalen	17,2
Rheinland-Pfalz	19,3
Saarland	20,8
Sachsen	22,5
Sachsen-Anhalt	21,5
Schleswig-Holstein	14,9
Thüringen	21,5
Bund (ohne Stadtstaaten)	19,5
Zentralraum	22,9
Zwischenraum	21,1
Peripherieraum	16,4

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 25

Indikator S9: Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen (Anteil neuer Siedlungsflächen im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Angebote in %) – Ergebnisse für das Bundesgebiet im Zeitraum 1990-2000 (eigene Darstellung auf Basis von Daten aus CORINE Land Cover 2000 und DDS Digital Data Services GmbH; Datenprozessierung: Thomas Pütz, BBR)



Quelle: Eigene Darstellung

Raumstrukturtypen in deutlich geringerem Maße als die verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen. Während im Zentralraum 23 % aller neuen – in CLC nachgewiesenen – Siedlungsflächen innerhalb des Einzugsradius schienengebundener Verkehrsmittel lokalisiert sind, sind dies im peripheren Raum nur 16 %. Der vergleichsweise geringe Unterschied dürfte vor allem in der relativen Erschöpfung haltepunktnaher Bauflächen in den höher verdichteten Regionen begründet sein. Möglicherweise motiviert aber auch der höhere Bodenpreis solcher Flächen Investoren, auf weniger gut erschlossene Standorte auszuweichen. Da im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht auf historische ATKIS-Daten zurückgegriffen werden konnte, wurde der Indikator S9 nicht für die Testlandkreise berechnet.

Landschaftszerschneidung (S10)

Zielbezug:

SZ 6 – Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen

EZ 3 – Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume

Berechnung:

$$S7 = \frac{1}{F_{gi=1}} \sum_n F_i^2$$

n = Zahl der verbleibenden Flächen

F_i = Flächeninhalt von Fläche i

F_g = Gesamtfläche der betrachteten Raumeinheit, welche in n Flächen zerteilt wurde

Als Indikator für die Landschaftszerschneidung wird die „effektive Maschenweite“ eingesetzt. Die effektive Maschenweite ist „ein Maß für die Größe der verbliebenen Flächen, der Maschen des Verkehrsnetzes“ (Jaeger/Holderegger 2005, S. 115). Die Definition der effektiven Maschenweite m_{eff} stützt sich auf die Wahrscheinlichkeit dafür, dass zwei beliebig ausgewählte Punkte, die in einem Gebiet liegen, nach der Zerschneidung des Gebietes noch gemeinsam in derselben Fläche liegen. Diese Wahrscheinlichkeit wird in die Größe einer Fläche, die effektive Maschenweite, umgerechnet und in km^2 oder Hektar angegeben. Der Indikator lässt flächendeckende Aussagen über die Landschaftszerschneidung unter Berücksichtigung aller verbleibenden Flächen zu. Er kann für jede beliebige Gebietsabgrenzung berechnet werden. Das Ergebnis ist abhängig von den SuV-Flächen bzw. sonstigen technischen Elementen, die als zerschneidungswirksam betrachtet werden. Im Rahmen des Kernindikatorenansatzes gemäß 62. UMK (BLAK-NE, LIKI) werden berücksichtigt: alle Straßen ab einer Verkehrsstärke von 1 000 Kfz/24 h, zweigleisige Bahnstrecken und eingleisige elektrifizierte, (nicht stillgelegt), Ortslagen, Flughäfen, Kanäle mit dem Status einer Bundeswasserstraße der Kategorie IV oder größer. Bei Straßen und Bahnlinien werden Tunnel ab einer Länge von 1 000 m als Unterbrechung berücksichtigt. Eine bundesweite Berechnung – auch für die Länder – durch das BfN sollte bis Ende 2005 vorliegen (LIKI 2005) und durch die Länder nachgenutzt werden können. Einzelne Länder (z. B. Baden-Württemberg, Bayern) haben entsprechende Berechnungen bereits fertiggestellt, in NRW wurde eine modellhafte Berechnung für den Bezirk Münster durchgeführt, für andere Länder liegen z. T. Berechnungen

für andere Zerschneidungsgeometrien oder lediglich die Rohdaten vor (LIKI 2005).

Die effektive Maschenweite (m_{eff}) kann für den jeweiligen gesamten Untersuchungsraum wie auch für Teilräume (z. B. Verwaltungseinheiten oder naturräumliche Einheiten) berechnet werden. Zur Auswertung für räumliche Subeinheiten werden zwei Methoden vorgeschlagen (vgl. Esswein, Schwarz-v. Raumer 2004), die sicherstellen, dass keine Teilfläche in die Berechnung der Maschenwerte zweier Teilgebiete eingeht. Dies kann entweder durch eine räumliche Selektion der Flächen der Zerschneidungsgeometrie, deren Mittelpunkt in einem Teilraum liegt (Mittelpunktverfahren), vermieden werden oder durch eine Verschneidung mit den Teilräumen (Ausschneideverfahren), wodurch Geometrien entstehen, für die die effektive Maschenweite berechnet wird.

Die Berechnung der effektiven Maschenweite wurde auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Datensätze des ATKIS DLM 250 durchgeführt. Diese enthalten das vollständige Straßen- und Schienennetz⁴² und bilden die Siedlungsfläche über die Objektart „Ortslage“ ab, sodass die Zerschneidung der Landschaft sinnvoll über das DLM modelliert werden konnte. Zudem kann diese Vorgehensweise auf die Objektarten des Basis DLM übertragen werden und so eine differenziertere Auswertung vorgenommen werden.

In einem ersten Arbeitsschritt wurden aus dem DLM diejenigen Objektarten selektiert, die für die Berechnung der effektiven Maschenweite relevant sind (Tab. 40). Dies sind zum einen die flächenhaften Informationen, die Aussagen zur Zugehörigkeit bzw. Nichtzugehörigkeit zu einem Freiraum erlauben. Hierbei wurden die Flächen ermittelt, die nicht zu einem terrestrischen Freiraum gehören. Zum anderen wurden die linearen Elemente wie Straßen und Schienenwege ermittelt, von denen eine Zerschneidungswirkung für den verbleibenden Freiraum ausgeht. Aus diesen Daten wurde durch Verschneidung ein Datensatz der Maschen innerhalb des Freiraumes erzeugt. Das Straßen- und Schienennetz bildet eine Struktur, in dem die Maschen Polygone bilden. Aus diesem Datenbestand wurden die Polygone herausgeschnitten, die keinen Freiraum bilden.

Für die Berechnung standen die beiden Datensätze des DLM 250 für die Jahre 2002

Tabelle 40
Berücksichtigung von ATKIS-Objektarten für die Berechnung der Landschaftszerschneidung

	Verwendete Objektarten in dem Datenbestand von (Jahr)		Bedeutung
	2002	2005	
Flächen	2101	2101	Ortslagen
	2121	2121	Bergbaubetrieb (soweit vorhanden)
	3301	3301	Flughafen
	3302	3302	Flugplatz, Landeplatz
	5101		Wasserlauf*
		5102	Kanal
		5106	Wasserlauf
	5111	5111	Meer
	5112	5112	Binnensee
	5121		Watt**
Linien	5201		Sandbank**
	3101	3101	Straßen (Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Landes- und Staatsstraßen sowie Kreisstraßen)
	3201	3201	Schienenbahnen
	5102-5106	5102-5106	Kanal und Wasserläufe, deren Schifffahrtskategorie (SFK) mit Binnen- oder Seewasserstraße angegeben ist

* Die Objektart 5101 wurde vermutlich durch die Objektarten 5102-5106 ersetzt. Die Objektart 5101 wird in der aktuellen Beschreibung des DLM 250 nicht mehr genannt.

** Aufgrund von Änderungen an dem Datenbestand wurden diese Flächen aus der Auswertung ausgenommen.

Quelle: Eigene Darstellung

und 2005 zu Verfügung. Für eine multitemporale Analyse der Landschaftszerschneidung sind die Datensätze wegen des geringen zeitlichen Abstandes, aber auch aufgrund inhaltlicher Unterschiede in der Datenstruktur nicht geeignet.

Für die Bundesrepublik Deutschland wurde für das Jahr 2002 eine effektive Maschenweite von 15,9 und für 2005 ein Wert von 15,3 ermittelt. Für die länderbezogene Auswertung ist zunächst eine Auswahl der Maschen der Länder notwendig. Auf eine Verschneidung mit den Landesgrenzen wurde verzichtet um keine „virtuellen Grenzen“ in die Berechnung einzubeziehen und somit kleinere Maschen zu erzeugen. Für die Berechnung der landesweiten effektiven Maschenweite wurden zwei Berechnungsweisen angewendet.

- Für die Berechnung der effektiven Maschenweite des jeweiligen Bundeslandes wurden die Maschen herangezogen, deren Mittelpunkte in dem Land liegen. Hierbei ist sichergestellt, dass jede Masche nur einmal in die Auswertung einbezogen wird. Je nach Zuschnitt der Fläche kann die Zuordnung dieser zu einem

(42)
Vollständig heißt hier vollständig im Sinne des in der militär-topographischen Karte 1 : 250 000 ausgewiesenen Straßen und Schienennetzes.

Bundesland nicht nachvollziehbar sein, wenn beispielsweise der Mittelpunkt in dem Bundesland mit der geringsten Gesamtfläche der Masche liegt.⁴³

- Für die Berechnung der effektiven Maschenweite werden alle Maschen verwendet, die das jeweilige Bundesland überschneiden. Bei dieser Methode werden die Maschen, die auf den Ländergrenzen liegen mehrfach bewertet. Für jedes Bundesland werden somit alle relevanten Maschen in die Berechnung einbezogen.

Die Ergebnisse der beiden Berechnungsmethoden sowie die Veränderungen der Werte für die einzelnen Bundesländer werden in den beiden nachfolgenden Tabellen 41 und 42 ausgewiesen.

(43) Die Berechnung der Mittelpunkte ist auch abhängig von der verwendeten GIS-Software. So verwendet ArcView 3.x und ArcInfo unterschiedliche Verfahren zur Mittelpunktberechnung, sodass die Ergebnisse nicht vergleichbar sind.

Tabelle 41
Ergebnisse der Berechnung der Effektiven Maschenweite für die Flächenländer der Bundesrepublik Deutschland nach der Mittelpunktmethode

	Effektive Maschenweite	
	2002	2005
Baden-Württemberg	12,04	12,08
Bayern	11,57	11,35
Brandenburg	22,76	19,94
Hessen	11,75	10,95
Mecklenburg-Vorpommern	19,64	26,37
Niedersachsen	21,74	19,09
Nordrhein-Westfalen	15,09	15,19
Rheinland-Pfalz	9,69	9,53
Saarland	9,40	9,43
Sachsen	11,30	11,45
Sachsen-Anhalt	18,29	17,95
Schleswig-Holstein	22,85	23,50
Thüringen	13,08	11,86

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 42
Ergebnisse der Berechnung der Effektiven Maschenweite für die Flächenländer der Bundesrepublik Deutschland nach der Flächenmethode

	Effektive Maschenweite	
	2002	2005
Baden-Württemberg	12,38	11,54
Bayern	11,53	11,87
Brandenburg	34,89	32,12
Hessen	10,87	11,33
Mecklenburg-Vorpommern	38,13	35,42
Niedersachsen	14,18	13,83
Nordrhein-Westfalen	7,90	7,76
Rheinland-Pfalz	10,42	10,47
Saarland	7,68	7,83
Sachsen	12,44	11,92
Sachsen-Anhalt	26,94	24,62
Schleswig-Holstein	13,47	12,70
Thüringen	19,45	19,00

Quelle: Eigene Darstellung

Dynamik der Landschaftszerschneidung (S11)

Zielbezug:

- SZ 6 – Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen
- EZ 3 – Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume

Berechnung:

$$S11 = \frac{mefft - mefft - 1}{mefft} \times 100 [\%]$$

Dieser Indikator errechnet sich als Veränderung der effektiven Maschenweite in Prozent. Eine Realisierung war im Rahmen des Vorhabens allerdings nicht möglich, da nicht auf historische Landnutzungsdaten zurückgegriffen werden konnte.

Effektiver Freiraumanteil (S12)

Zielbezug:

- SZ 6 – Räumliche Bündelung von Infrastruktursystemen
- EZ 3 – Erhaltung großflächig unzerschnittener Landschaftsräume

Berechnung: siehe unten

Der „effektive Freiraumanteil“ wurde von Schweppe-Kraft (2006) zur Messung der Landschaftszersiedelung vorgeschlagen. Der Indikator beruht auf der Grundüberlegung, dass ein großer unbesiedelter Freiraum für die Funktionen der Landschaft positiver zu bewerten ist als zwei kleinere, in der Summe aber gleich große Räume. Das Maß der siedlungsräumlichen „Durchdringung“ kann nun durch (gedachte) Linien durch den Freiraum abgebildet werden, die durch Siedlungsräume unterbrochen werden. Ein stark zersiedelter Raum wird dabei eine höhere Zahl von Unterbrechungen aufweisen als ein Raum mit nur wenigen eingestreuten Siedlungsflächen. Auch werden die Unterbrechungen im ersten Fall länger sein als im zweiten Fall, weil größere zusammenhängende Siedlungsflächen den Freiraumverbund unterbrechen.

Für die Berechnung dieses Indikators werden „Analyselini“ über die zu untersuchende Fläche gelegt und das Verhältnis der Linienlängen, die außerhalb von Siedlungsflächen liegen zu der Gesamtlänge der Linien gebildet (siehe die nachstehende Formel). Durch eine Transformationsfunktion werden die im Freiraum liegenden Linien anhand ihrer Länge bewertet. Die wohl einfachste Form einer solchen Funktion ist die Quadrierung der Verhältniszahlen. Da-

durch werden längere Distanzen höher gewichtet als geringe Distanzen. In der Summe bleiben die gewichteten Distanzen damit natürlich immer unter der Summe der tatsächlichen Freiraumdistanzen (siehe Abb. 26). Das Verhältnis zwischen den in einem Raum gemessenen und gewichteten Freiraumdistanzen und den Gesamtdistanzen wird als „effektiver Freiflächenanteil“ bezeichnet. Er liegt rechnerisch immer unter dem normal gemessenen Freiflächenanteil. Die Differenz zwischen tatsächlichem und „effektivem“ Freiflächenanteil ist bei gleichem Freiflächenanteil umso größer, je kürzer die gemessenen ungestörten Distanzen im Durchschnitt sind, das heißt: je stärker der Freiraum – bei gleichem Freiflächenanteil – durch die räumliche Struktur der Siedlungs- und Verkehrsflächen fraktioniert wird (Schweppe-Kraft 2006).

$$S12 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \left(\frac{dfw_{i,j}}{dw_i} \right)^2}{n} + \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{l_i} \left(\frac{dfs_{i,j}}{ds_i} \right)^2}{k}$$

mit:

$dfw_{i,j}$ und $dfs_{i,j}$ = Länge der einzelnen Teilstücke, die außerhalb von Siedlungsflächen liegen (in West-Ost- oder Nord-Süd-Richtung)

dw_i und ds_i = Gesamtlänge der Untersuchungslinie

n = Anzahl der Untersuchungslinien in West-Ost-Richtung

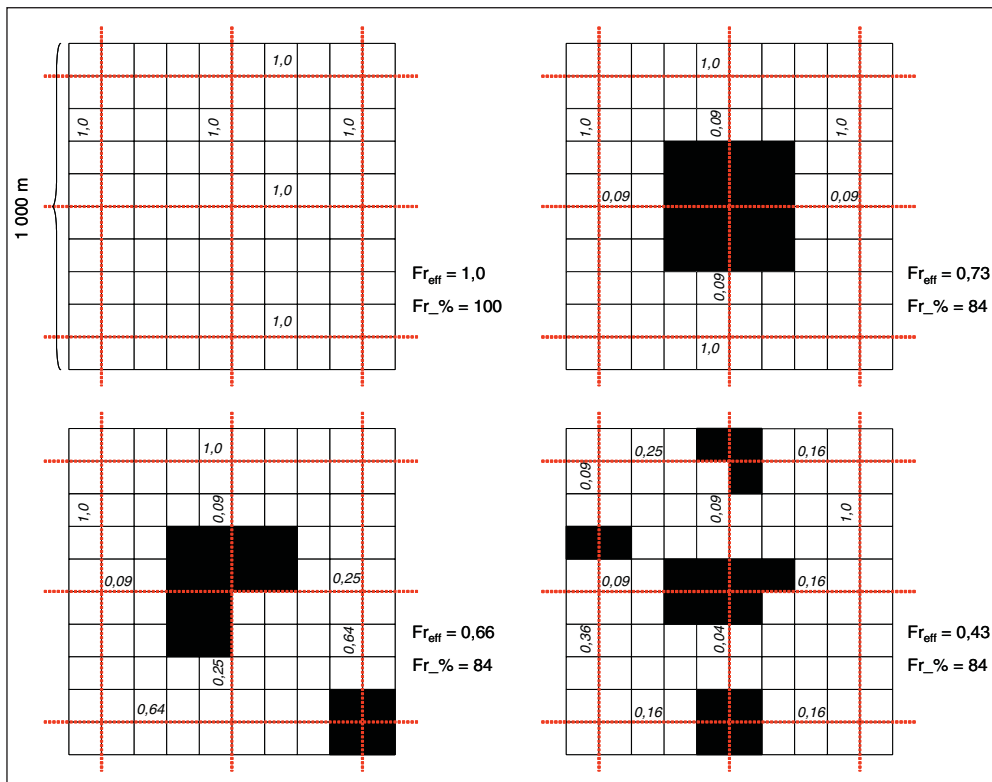
k = Anzahl der Untersuchungslinien in Nord-Süd-Richtung

m_i = Anzahl der Teilstücke auf einer Analyselinie

Die bundesweite Realisierung des Indikators erfolgte mit Daten aus CORINE Land Cover bezogen auf ein Gitternetz mit einer Kantenlänge von 20 Kilometern (Abb. 27). Dabei wurde ein Abstand der Analyselinien von einem Kilometer sowohl in Nord-Süd- als auch West-Ost-Richtung gewählt.

Das Problem bei einer Quadrierung der Verhältniszahlen (Verhältnis des im Freiraum lokalisierten Liniensegments zur Gesamtlänge der Analyselinie) besteht in der Maßstabsabhängigkeit des Indikators insgesamt. Dabei sinken die Indikatorwerte mit zunehmender Größe der Untersuchungsräume. Bei Anwendung eines Gitternetzes als Referenzgeometrie besteht dieses Problem naturgemäß nicht. Um eine Ver-

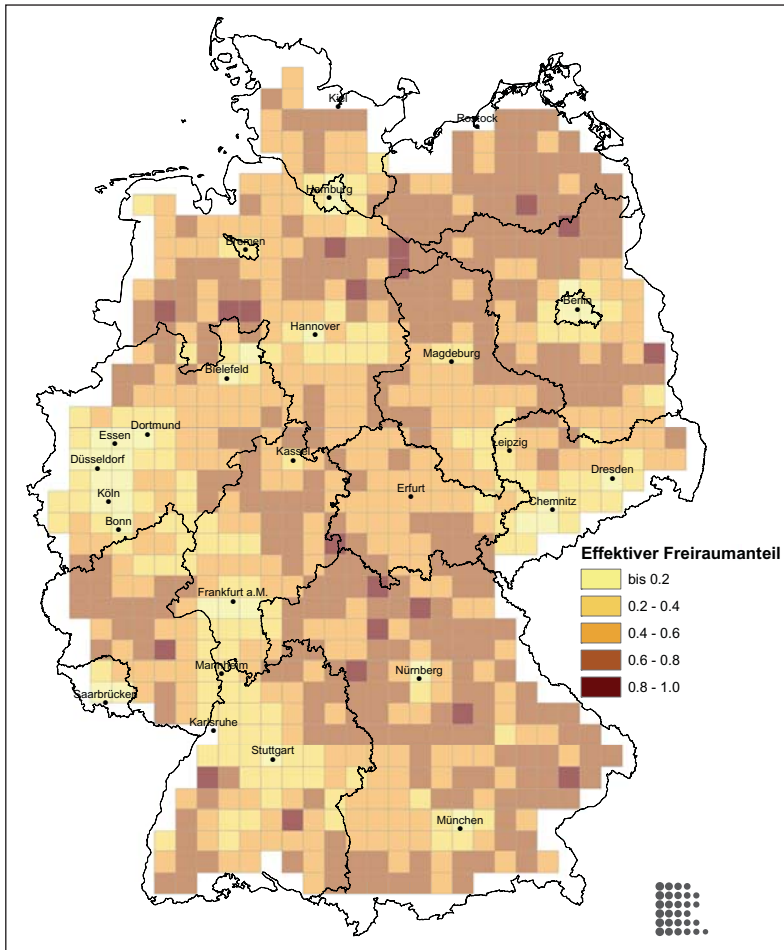
Abbildung 26 Veranschaulichung der Vorgehensweise bei der Berechnung des „effektiven Freiraumanteils“ (nach Schweppe-Kraft) mit einer Quadrierung der abschnittsbezogenen Verhältniszahlen – dargestellt ist der Einfluss unterschiedlich verteilter Siedlungsgebiete (schwarz) auf den Indikatorwert (die Zahlen repräsentieren die quadrierten Längen der im Freiraum liegenden Teilstücke)



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 27

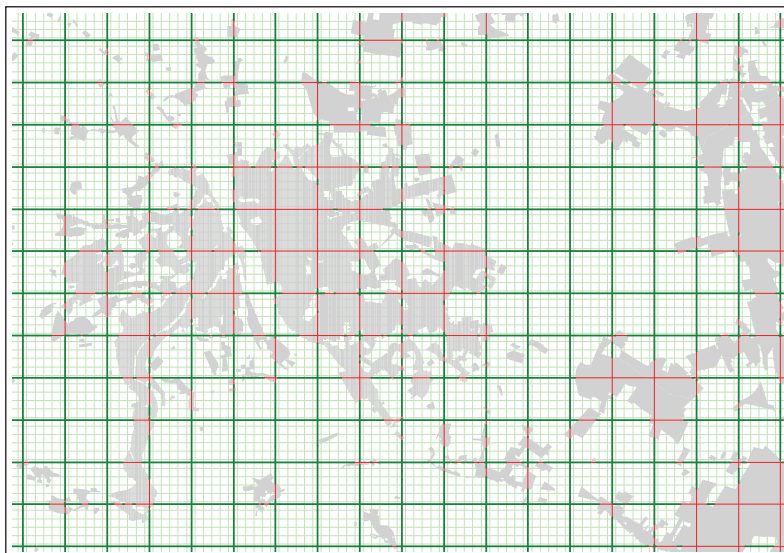
„Effektiver Freiraumanteil“ nach Schweppe-Kraft (Variante: quadratische Transformation) im Bundesgebiet (basierend auf Daten aus CORINE Land Cover 2000, bezogen auf ein Gitternetz mit einer Kantenlänge von 20 km)



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 28

Analyseliniien für die Berechnung des effektiven Freiflächenanteils – die kräftigen Linien stellen das Analyseraster im Abstand von 500 Metern (rot Siedlung; grün Freiraum) dar; die blassen Linien stellen ein Analyseraster mit der Auflösung 100 Meter dar (nur Freiraum)



Quelle: Eigene Darstellung

gleichbarkeit zwischen unterschiedlich großen Analyseräumen herzustellen, sollte aber auf jeden Fall eine nicht-lineare Transformationsfunktion eingesetzt werden (siehe hierzu die nachfolgenden Ausführungen).

Für die Berechnung in den Landkreisen Meißen und Wesel, welche auf höher auflösende Daten aus ATKIS zurückgegriffen hat, wurde in Analogie zum oben skizzierten Verfahren zunächst ein Datenbestand mit Analyselinien in West-Ost- sowie Nord-Süd-Er Streckung berechnet. Dieser wurde mit dem Datenbestand der Siedlungsflächen verschnitten, sodass für jede Teillinie die „Länge in der Siedlungsfläche“ sowie die „Länge im Freiraum“ ermittelt werden konnte. Die Abbildung 28 zeigt den Analysedatenbestand für den Kreis Meißen – die grünen Linienabschnitte zeigen die Lage im Freiraum an, die roten Linien die Lage in Siedlungsflächen an.

Die Berechnung des „effektiven Freiflächenanteils“ (Variante nicht-lineare Transformationsfunktion) erfolgt nach folgender vorgegebener Formel:

$$SI2 = \frac{\sum_{i=1}^n t(di)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m di, j}$$

i = Anzahl der durch den Freiraum verlaufenden Linien

j = Anzahl der durch die Siedlungsfläche verlaufenden Linien

di = Länge der Linie i (innerhalb des Freiraumes)

dj = Länge der Linie j (innerhalb der Siedlungsfläche)

Die Transformationsfunktion t, die auf die durch den Freiraum verlaufenden Linien angewendet wird, berechnet sich nach folgender Formel:

$$t(di) = di - a + \frac{a}{\left(\frac{di}{c} + a\right)^c}$$

a = Parameter der Transformationsfunktion (nach Vorgabe der Berechnungsvorschrift 5 km)

c = Parameter der Transformationsfunktion (nach Vorgabe der Berechnungsvorschrift 1)

Durch die Anwendung der Transformationsfunktion auf der Basis der für die Berechnung verwendeten Parameter werden die Linienstücke verkürzt. Je kürzer die durch den Freiraum verlaufenden Linien sind, desto stärker werden diese im Verhältnis verkürzt. Dieser Zusammenhang ist in

dem Diagramm (Abb. 29) verdeutlicht. Die blaue Linie zeigt die Ergebnisse der Transformationsfunktion für Linien der Längen von 0-10 km. Die rote Linie stellt die Differenz zwischen der tatsächlichen und der transformierten Länge dar. Die gelbe Linie zeigt das Verhältnis der transformierten zur tatsächlichen Linien. Es ist deutlich zu erkennen, dass mit der Zunahme der Linienlänge die Wirkung der Transformationsfunktion abnimmt. Zur Darstellung der Wirkungen unterschiedlicher Parameter der Transformationsfunktion wurde die Wirkung der Parameter in dem Diagramm (Abb. 29) dargestellt.

Für die Landkreise Meißen und Wesel ergeben sich die in Tabelle 43 genannten „effektiven Freiflächenanteile“. Danach ist der Zersiedelungsgrad im Kreis Meißen höher als im Kreis Wesel. Die Berechnung erfolgte mit einer Rasterweite von 100 Metern. Es wurden die von Schweppe-Kraft (2006) empfohlenen Parameter von $a = 5$ km und $c = 1$ verwendet.

Tabelle 43
„Effektiver Freiflächenanteil“ in den
Testlandkreisen

	Meißen	Wesel
Effektiver Freiflächenanteil	0,12	0,18

Quelle: Eigene Darstellung

Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen

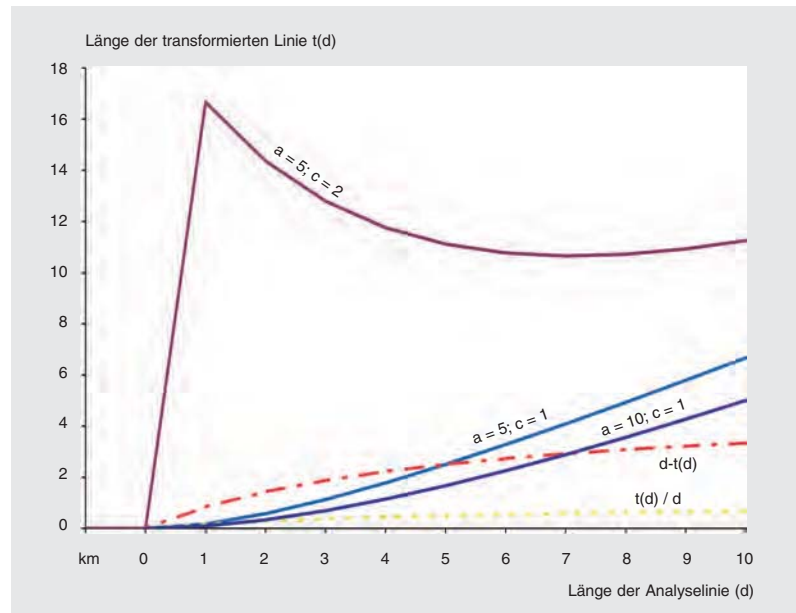
Fachlicher Hintergrund

Eine effiziente Flächennutzung ist durch eine Maximierung des ökonomischen und sozialen Nutzens bei Minimierung des Faktor- bzw. Flächeneinsatzes gekennzeichnet. Im Nachhaltigkeitsbarometer beziehen sich Nutzungseffizienzziele und -indikatoren damit auf den gesellschaftlichen Nutzen, der durch Art und Intensität (Quantität) von Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme erreicht wird.

In erster Annäherung ist davon auszugehen, dass die Effizienz der Siedlungsstruktur mit zunehmender Verdichtung der Bebauung ansteigt. Je höher die Verdichtung von Einwohnern und Arbeitsplätzen, desto kostengünstiger lassen sich soziale und technische Infrastrukturen betreiben, desto geringer ist die Material- und Energie- sowie die Verkehrsintensität eines Siedlungs-

Abbildung 29

Veranschaulichung der mathematischen Wirkung der Transformationsfunktion bei Berechnung des effektiven Freiraumanteils



Quelle: Eigene Darstellung

systems (Einig/Siedentop 1999). Empirische Belege hierfür lassen sich vor allem in ingenieurwissenschaftlichen Studien finden. Allerdings kann von einem Sättigungspunkt ausgegangen werden, oberhalb dessen keine weiteren Einsparungen an Ressourcen (z. B. Baustoffe, Energie, Kosten) pro Einheit Nutzfläche oder Haushalt mehr erzielt werden können. Auch tritt eine zunehmende Verdichtung in Konflikt mit nutzerbezogenen Präferenzen, etwa jener einer quantitativ hohen und qualitativ hochwertigen Ausstattung der Siedlungsbereiche mit Grünflächen.

Der unbestritten bedeutendste Nutzungseffizienzindikator ist die Siedlungsdichte als das Verhältnis von Bevölkerung zu Siedlungs- und Verkehrsfläche. In der Mobilitätsforschung fungiert die Siedlungsdichte als eines von mehreren Schlüsselmerkmalen bei der Erklärung individueller Verkehrsverhaltensmuster (siehe z. B. Naess 1995; Apel 1998; Owens 1992; Ewing 1997). Dabei wird darauf verwiesen, dass mit zunehmender Dichte die durchschnittlichen Entfernungen zwischen den Gelegenheiten zur Ausübung ortsgebundener Aktivitäten sinken, wodurch die potenzielle Erreichbarkeit von Verkehrszielen mit nicht-motorisierten Verkehrsmitteln steigt. Hohe Dichten seien auch Voraussetzung für die Vorhaltung leistungsfähiger öffentlicher Verkehrsangebote. Als plausibel gilt daher

die Annahme, dass mit zunehmender Dichte

- der Anteil nicht-motorisierter Fortbewegung steigt,
- die Länge der im Verkehr zurückgelegten Wege sinkt und
- die Nutzung des öffentlichen Personennahverkehrs steigt, die Abhängigkeit vom privaten Automobil hingegen sinkt.

In zahlreichen Studien konnte ferner nachgewiesen werden, dass mit zunehmender baulicher Dichte der physische und damit auch der finanzielle Aufwand der Vorhaltung wohngebietsbezogener Infrastrukturen abnimmt (Carruthers/Ulfarsson 2003; Ecoplan 2000; Doubek/Zanetti 1999; Natural Resources Defense Council 1998; Hezel et al. 1984; Real Estate Research Corporation 1974). Ecoplan (2000) schätzt die durchschnittlichen Jahreskosten der technischen Infrastruktur einer verdichteten innerstädtischen Siedlung auf lediglich 50 % derjenigen eines randstädtischen Einfamilienhausgebietes. Andere Studien kommen teilweise zu geringeren, teilweise aber auch zu höheren Kostenunterschieden, je nachdem welche Siedlungsstruktur- und Infrastrukturtypen miteinander verglichen werden, welche Kosten berücksichtigt und wie sie ermittelt werden. Der umgekehrt proportionale Zusammenhang zwischen Siedlungsdichte und spezifischen Infrastrukturkosten wird ausschließlich für stark ländlich geprägte Gebiete sowie für hoch verdichtete Großstädte in Zweifel gezogen (Ewing 1997). In ländlichen Gebieten liegt dies möglicherweise an geringeren Ausstattungserfordernissen der Infrastruktur, in Großstädten an dichteverursachten Zusatzaufwendungen. Den generell kostensenkenden Einfluss der Siedlungsdichte auf die Infrastrukturkosten stellen derartige Einwände aber nicht infrage.

Die Siedlungsdichte wird von einigen Stadtforschern auch als positive Einflussgröße für die ökonomische Leistung und Innovationsfähigkeit angesehen. Im form- und gestaltlosen suburbanen Raum könnten sich kreative Milieus weniger gut entwickeln. Bauliche und mit ihr soziale Dichte seien Schlüsselindikatoren für Produktivität und ökonomische Wettbewerbsfähigkeit (Cervero 2001; siehe auch Harris/Ioannides 2000).

Demgegenüber werden der Forderung nach einer verdichteten Siedlungsstruktur

mögliche Nachteile höherer Dichten entgegen gehalten. Verwiesen wird auf das höhere Maß an lokalen Umweltbelastungen oder höhere Wohnkosten in stärker verdichteten Siedlungsgebieten (Breheny 1992). Geringer verdichtete suburbane Siedlungsgebiete böten einer breiten Bevölkerungsgruppe die Möglichkeit preiswerten Wohnens mit hoher Wohnqualität (Glaser/Kahn 2003). In diesem Zusammenhang wird auch auf die Wohnpräferenzen der Bevölkerung verwiesen – die Wohnpräferenz- und Wanderungsmotivforschung zeige eine dominante Präferenz der Bevölkerung für ein geringer verdichtetes Wohnen mit privater Verfügbarkeit von Freiflächen in sozial homogenen Nachbarschaften und hochwertiger Infrastrukturausstattung (Senior et al. 2004; Downs 1999; Böltken et al. 1999). Allerdings sehen verschiedene Autoren aktuelle Anzeichen für einen Wandel der Wohnpräferenzen hin zu einer Nachfrage nach städtischen Standorten (siehe z. B. Brühl et al. 2005; Müller/Siedentop 2004).

Erhebbarkeit und Validität von Daten zu Nutzungseffizienzzielen

Nutzungseffizienzindikatoren sind vergleichsweise einfach erhebbar, da sie mit Mengengrößen der Flächennutzung, die bei den Indikatoren zu Reduktionszielen zum Einsatz kommen, sowie mit Standardvariablen der amtlichen Statistik berechnet werden können. Aufgrund ihres durchgehend administrativen Raumbezugs können Effizienzindikatoren allerdings lediglich auf Länder-, Landkreis- oder Gemeindeebene, eingeschränkt dagegen für nicht-administrative Raumbezüge erhoben werden. Auch können sich Probleme bei räumlich höher auflösenden Gebietsbezügen einstellen. So ist beispielsweise die Flächenproduktivität nur über Schätzwerte des BIP auf der Ebene von Landkreisen bzw. kreisfreien Städten abbildbar. Für Gemeinden kann die Flächenproduktivität hingegen nicht ermittelt werden.

Indikatoren – Auswahl, Anwendung und Messergebnisse

Einen Überblick über die ausgewählten Indikatoren zu Effizienzzielen gibt Tabelle 44. Vorgesprochen werden fünf Kernindikatoren – Siedlungsdichte, Dynamik der Siedlungsdichte, Nutzungsintensität neuer Bebauung, Infrastrukturaufwand „Abwasser“ sowie Flächenproduktivität.

Tabelle 44
Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen

Lfd. Nr.		Indikator – Kurzbezeichnung	Indikator – Kennzahl	Zielbezug	Nutzungsmuster/-änderung
N1	K	Siedlungsdichte	Einwohner pro km ² SuV-Fläche in EW/km ² SuV-Fläche	NZ 1	NM
N2	K	Dynamik Siedlungsdichte	Veränderung der Siedlungsdichte in EW/ha SuV-Fläche bzw. in %	NZ 1	NÄ
N3	K	Nutzungsintensität neuer Bebauung	Verhältnis von Nettonutzfläche neuer Gebäude zu neuer Gebäude- und Freifläche in m ² Nutzfläche je m ² Gebäude- und Freifläche	NZ 1	NÄ
N4	K	Infrastrukturaufwand „Abwasser“	Leitungslänge Abwasserkanal pro angeschlossene Einwohner in m/EW	NZ 1	NM
N5	E	Wohnflächenausstattung	Wohnfläche (inkl. Wohnungsleerstand) pro Einwohner in m ² /EW	NZ 1	NM
N6	E	Verdichtung im Wohnungsbau	Verhältnis Baufertigstellungen EFH/DH zu MFH	NZ 1	NÄ
N7	E	Verhältnis Wohnungsneubau zu Leerstand	Verhältnis Neubau/Leerstand in Wohn- und Gewerbeimmobilien	NZ 1	NM
N8	E	Dynamik Infrastrukturaufwand Abwasser	Veränderung der Leitungslänge Abwasserkanal je angeschlossener Einwohner in m/EW	NZ 1	NM
N9	K	Flächenproduktivität	Bruttowertschöpfung pro Siedlungs- und Verkehrsfläche in TEuro/ha SuV-Fläche	NZ 2	NM
N10	E	Dynamik Flächenproduktivität	Veränderung der Bruttowertschöpfung je ha SuV-Fläche in %	NZ 2	NÄ
N11	E	Nutzungsdichte	Einwohner und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte je ha Gebäude- und Freifläche	NZ 2	NM

Quelle: Eigene Darstellung

Siedlungsdichte (N1)

Zielbezug:

NZ 1 – Intensivierung der Flächennutzung

Berechnung:

$$N1 = \frac{\sum \text{Einwohnerzahl}}{\sum \text{SuV-Fläche}} \left[\frac{\text{EW}}{\text{km}^2} \right]$$

Als zentraler Effizienzindikator fungiert die Siedlungsdichte, die als Verhältnis der Einwohnerzahl zur Siedlungs- und Verkehrsfläche berechnet wird (Einwohner je km² SuV-Fläche). Die Siedlungsdichte drückt streng genommen nicht die bauliche Dichte, sondern allein die Einwohnerdichte innerhalb des Siedlungsraumes aus. Gleichwohl kann die Siedlungsdichte durchaus als Näherungswert der baulichen Dichte herangezogen werden. In Regionen mit starkem Bevölkerungsrückgang kann die gemessene Siedlungsdichte aber zu Fehlschlüssen hinsichtlich der Dichte der Wohn- und Gewerbebebauung führen. Ein ähnliches Problem stellt sich für Regionen mit flächenintensivem Industrie- und Gewerbebesatz – auch hier kann es zu einer verzerrten Wahrnehmung der baulichen Dichte kommen. Das Problem kann aber

durch eine Modifikation der Dichteberechnung vermieden werden. Danach wird die siedlungsräumliche Dichte als Einwohner- und Beschäftigtenzahl je Hektar Gebäude- und Freifläche berechnet (Indikator Nutzungsdichte, N12), der als Ergänzungsindikator Eingang in das Nachhaltigkeitsbarometer findet.

Die Siedlungsdichte weist zwischen den Bundesländern und Raumtypen erwartungsgemäß erhebliche Unterschiede auf (Tab. 45). Das Flächenland mit der höchsten Siedlungsdichte ist Nordrhein-Westfalen mit etwa 2 450 Einwohnern je km² SuV-Fläche. Am unteren Ende steht Brandenburg mit nur wenig mehr als 1 000 Einwohnern je km². Bemerkenswert ist das Dichtegefälle zwischen den drei Hauptraumtypen des BBR – der Zentralraum weist eine doppelt so hohe Siedlungsdichte wie der Zwischenraum auf (3 253 bzw. 1 604 E/km²). Der Peripherieraum liegt mit 1 201 Einwohnern je km² SuV-Fläche nochmals ein Drittel unter dem Dichtewert des Zwischenraumes. Die Testlandkreise weisen Siedlungsdichten von knapp 2 200 Einwohnern je km² SuV-Fläche (Wesel) und etwa 2 000 Einwohnern je km² (Meißen) auf.

Tabelle 45
Indikator N1: Siedlungsdichte (Einwohner je km² SuV-Fläche, N1) –
Länderergebnisse für 1996, 2000 und 2004

Land	Siedlungsdichte (Einwohner/km ² SuV-Fläche)		
	1996	2000	2004
Baden-Württemberg	2 289	2 247	2 201
Bayern	1 741	1 679	1 636
Brandenburg	1 129	1 073	1 013
Hessen	1 966	1 936	1 908
Mecklenburg-Vorpommern	1 255	1 135	1 024
Niedersachsen	1 357	1 321	1 284
Nordrhein-Westfalen	2 602	2 526	2 453
Rheinland-Pfalz	1 559	1 524	1 482
Saarland	2 179	2 107	2 044
Sachsen	2 316	2 115	2 000
Sachsen-Anhalt	1 526	1 348	1 187
Schleswig-Holstein	1 622	1 593	1 502
Thüringen	1 815	1 701	1 625
Bund (mit Stadtstaaten)	1 951	1 876	1 808
Zentralraum	3 357	3 237	3 253*
Zwischenraum	1 643	1 596	1 604*
Peripherieraum	1 241	1 179	1 201*

* ohne Brandenburg

Quelle: Eigene Darstellung

Dynamik Siedlungsdichte (N2)

Zielbezug:

NZ 1 – Intensivierung der Flächennutzung

Berechnung:

$$N2 = \left(\frac{\sum \text{Einwohnerzahl}_t}{\sum \text{SuV_Fläche}_t} \right) - \left(\frac{\sum \text{Einwohnerzahl}_{t-1}}{\sum \text{SuV_Fläche}_{t-1}} \right) \left[\frac{\text{EW}}{\text{km}^2} \right]$$

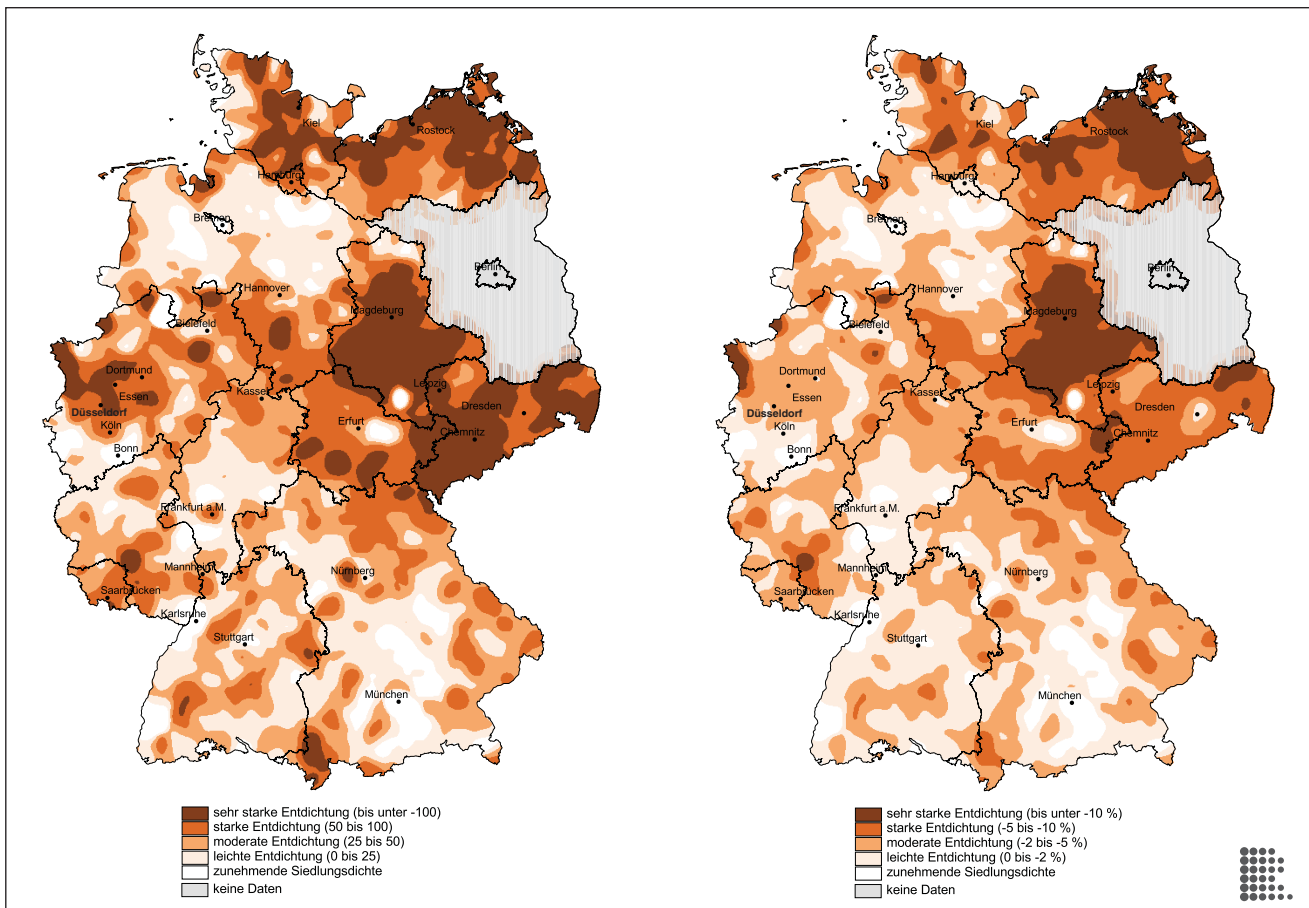
oder

$$N2 = \frac{\left(\frac{\sum \text{Einwohnerzahl}_t}{\sum \text{SuV_Fläche}_t} \right) - \left(\frac{\sum \text{Einwohnerzahl}_{t-1}}{\sum \text{SuV_Fläche}_{t-1}} \right)}{\left(\frac{\sum \text{Einwohnerzahl}_{t-1}}{\sum \text{SuV_Fläche}_{t-1}} \right)} [\%]$$

Während die Siedlungsdichte Effizienz-
eigenschaften des Nutzungsmusters abbil-
det, lässt der Indikator Dynamik Siedlungs-
dichte Aussagen zu, ob die in einer Bilanz-
periode stattgefundenen Nutzungsände-
rungen die Effizienz der Flächennutzung
erhöhen oder reduzieren. Diese Messgröße
wird als Veränderung der Einwohnerzahl je
km² SuV-Fläche in % berechnet.

Abbildung 30

Indikator N2: Dynamik Siedlungsdichte – Intensität der Entdichtung: Veränderung der Bevölkerungszahl je km² Siedlungs- und Verkehrs-
fläche (linke Darstellung) und in % (rechte Darstellung), jeweils 2000-2004



Quelle: Eigene Darstellung

Wie aus Tabelle 46 ersichtlich ist, sinkt die Siedlungsdichte in allen Bundesländern – dies allerdings mit sehr unterschiedlicher Dynamik. Im Bundesmittel sank die Dichte zwischen 2000 und 2004 um 3,6 %. Aufgrund der hohen Bevölkerungsverluste verzeichnen vor allem die neuen Bundesländer hohe Dichterückgänge, allen voran Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern.⁴⁴ Unterdurchschnittliche Dichterückgänge können vor allem für Hessen und Baden-Württemberg festgestellt werden.

Der Vergleich der Bilanzperioden 1996 bis 2000 und 2000 bis 2004 macht deutlich, dass die Dynamik der Entdichtung in einer Reihe von Bundesländern zurückgegangen ist. Demgegenüber stehen Länder, in denen sich die Entdichtung durch den einsetzen demographischen Wandel beschleunigt hat (z. B. in Schleswig-Holstein und Rheinland-Pfalz). Im Bundesdurchschnitt hat sich der Rückgang der Dichte indes leicht reduziert.⁴⁵

Bemerkenswert sind die Verschiebungen der Entdichtungsintensität zwischen den Raumstrukturtypen des BBR. War noch in der Bilanzperiode 1996 bis 2000 der Rückgang der Siedlungsdichte im suburbanen Raum am geringsten (Zwischenraum), so weist in der aktuellen Bilanzperiode (2000 bis 2004) der Zentralraum den geringsten Dichterückgang aus, wozu sowohl eine geringere Dynamik der Flächeninanspruchnahme (siehe Indikator R1) als auch eine positive Bevölkerungsentwicklung (0,85 %) beigetragen haben. In beiden betrachteten Zeiträumen musste der Peripherieraum die intensivste Entdichtung hinnehmen. In den Jahren 2000 bis 2004 macht sich zusätzlich zur hohen Flächeninanspruchnahme auch der negative Bevölkerungssaldo dieses Raumstrukturtyps (-1,5 %) bemerkbar. An diesem Bild – ein gedämpfter Entdichtungsprozess in den Zentren bei sich gleichzeitig beschleunigendem Dichterückgang des Peripherieraumes – wird sich in den kommenden Jahren sehr wahrscheinlich wenig ändern.

Für die Testlandkreise Wesel und Meißen wurden für den Zeitraum 2000 bis 2004 Werte von -2,8 % (Wesel) und -5,3 % (Meißen) festgestellt. Wie schon bei anderen Indikatoren entsprechen auch hier die Ergebnisse der gewählten Kreise in etwa dem Durchschnitt der Länder Nordrhein-Westfalen und Sachsen.

Tabelle 46

Indikator N2: Dynamik Siedlungsdichte (Veränderung der Siedlungsdichte in %) Länderergebnisse für 1992-1996, 1996-2000 und 2000-2004

Land	Dynamik Siedlungsdichte		
	1992-1996	1996-2000	2000-2004
Baden-Württemberg	-0,9	-1,8	-2,1
Bayern	-3,4	-3,6	-2,6
Brandenburg	-3,3	-4,9	-5,6
Hessen	-0,3	-1,5	-1,5
Mecklenburg-Vorpommern	-8,3	-9,6	-9,7
Niedersachsen	-0,8	-2,6	-2,8
Nordrhein-Westfalen	-1,7	-3,0	-2,9
Rheinland-Pfalz	0,5	-2,2	-2,8
Saarland	-2,1	-3,3	-3,0
Sachsen	-9,0	-8,7	-5,4
Sachsen-Anhalt	-10,7	-11,7	-11,9
Schleswig-Holstein	-0,1	-1,8	-5,7
Thüringen	-9,1	-6,3	-4,5
Bund (mit Stadtstaaten)	0,3	-3,9	-3,6
Zentralraum		-3,6	-1,7*
Zwischenraum		-2,8	-3,4*
Peripherieraum		-5,1	-5,4*
* ohne Berlin und Brandenburg			

Quelle: Eigene Darstellung

Nutzungsintensität neuer Bebauung (N3)

Zielbezug:

NZ 1 – Intensivierung der Flächennutzung

Berechnung:

$$N3 = \frac{\sum \text{Nettonutzfl.}_{\text{in neu errichteten Gebäuden}} [\text{m}^2]}{\sum \text{Zuwachs}_{\text{Gebäude u. Freifläche}} [\text{m}^2]} [-]$$

Ein weiterer Kernindikator wird als Nutzungsintensität neuer Bebauung bezeichnet. Dieser Indikator errechnet sich aus Daten der Flächenerhebung und der Bautätigkeitsstatistik. Gegenübergestellt werden der in einer Bilanzperiode ausgewiesene Zuwachs der Gebäude- und Freifläche (Nettobauland) und der in der gleichen Zeit realisierte Neubau an Nutzfläche im Wohnungs- und Nichtwohnungsbau. Letzteres lässt sich aus den Angaben zu den Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Errichtung neuer Gebäude) der Bautätigkeitsstatistik ableiten. Der Neubau der Nutzfläche entspricht der Summe aus der (neu gebauten) Wohnfläche in Wohngebäuden, der Wohnfläche in Nichtwohngebäuden sowie der Nutzfläche der Nichtwohngebäude. Der Indikator ist der Quotient aus der (gebauten) Nettonutzfläche und der (neu ausgewiesenen) Gebäude- und Freifläche.

(44) Diese Feststellung steht allerdings unter dem Vorbehalt der Aussagefähigkeit der Flächenerhebungsdaten für den Zeitraum 2000 und 2004 (siehe hierzu auch Anhang 1).

(45) Für das Land Brandenburg konnte die Dynamik Siedlungsdichte nicht berechnet werden, da keine gebietsstandsbereinigten Daten vorlagen.

Für das Bundesgebiet errechnete sich in der Bilanzperiode 2001 bis 2004 ein Wert von 0,21. Somit wurden für 100 Hektar (1 000 000 m²) neu in Anspruch genommener Gebäude- und Freifläche etwas mehr als 200 000 m² Nutzfläche in neu errichteten Wohn- und Gewerbebauten realisiert. Zwischen den einzelnen Bundesländern zeigen sich aber erhebliche Unterschiede. Überdurchschnittliche Werte (z. B. in Hessen, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Thüringen) zeigen an, dass die Dichten im Neubau höher als in anderen Ländern ausfielen und/oder dass ein größerer Teil der neuen Gebäude auf bestehenden Siedlungsflächen errichtet wurde. Geringe Werte (z. B. in Brandenburg und Schleswig-Holstein) repräsentieren demgegenüber geringe Dichten im Neubau und/oder eine geringe quantitative Bedeutung der Innenentwicklung. Eine analytische Trennung beider potenzieller Erklärungsansätze („Dichte“ und „Innenentwicklung“) lässt der Indikator leider nicht zu. Somit ist es auch nicht zulässig, aus den Indikatorwerten auf die Dichte der Neubebauung (als eine Art Geschossflächenzahl) zu schließen. Dies wäre nur dann möglich, wenn angenommen werden könnte, dass der gesamte Neubau auf neu ausgewiesenen Flächen vonstatten geht. Eine solche

Annahme erscheint aber selbst in ländlichen Räumen realitätsfern.

Eine Interpretation der Entwicklung der Nutzungsintensität neuer Bebauung seit Beginn der 1990er Jahre ist nicht eindeutig möglich. Für das Bundesgebiet lässt sich nach Werten um 0,3 in den 1990er Jahren ein Rückgang auf einen Wert von 0,21 in den Jahren 2001 bis 2004 feststellen. Ein genauere Blick auf die Länderdaten zeigt jedoch, dass dies durch wenige Bundesländer verursacht wird, die sehr hohe Zuwächse an Gebäude- und Freiflächen aufweisen (vor allem Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein). In den großen westdeutschen Flächenländern hat die Nutzungsintensität hingegen deutlich zugenommen.

Die Landkreise Wesel und Meißen liegen mit Werten von jeweils 0,32 über dem Bundeswert von 0,21 (2001-2004), was im Wesentlichen durch ihre kernstadtnahe Lage zu erklären sein dürfte. Aufgrund der hier vergleichsweise hohen Bodenpreise werden im Neubau höhere Dichten erreicht als in stärker ländlich geprägten Regionen.

Der Indikator wurde über die Auswertung der Länderstatistik hinaus auch dahingehend geprüft, ob eine Regionalisierung mit Daten unterhalb der Landesebene zu interpretierbaren Ergebnissen führt. Dazu wurden für drei Bundesländer – Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen – Kreisdaten der Bautätigkeitsstatistik für die Jahre 1993 bis 2004 herangezogen.^{46, 47} Die dabei erzielten Ergebnisse lassen sich wie folgt interpretieren (siehe auch Abb. 31):

- In allen drei Bundesländern zeigt sich ein Trend zu einer kompakteren Siedlungsentwicklung, der angesichts der Dominanz des Ein- und Zweifamilienhausbaus (siehe Indikator N6 Verdichtung der Wohnbebauung) vor allem auf eine höhere Innenentwicklungsquote zurückzuführen sein dürfte. Daneben kann vermutet werden, dass zumindest in den höher verdichteten Regionen in der letzten Bilanzperiode (2001-2004) auch ein geringerer Nettowohnbauseinsatz im Ein- und Zweifamilienhausbau zu verzeichnen ist. Wie oben ausgeführt, lässt der Indikator spezifische Aussagen hierzu nicht zu.
- In den Kernstädten werden in allen Bilanzperioden verbreitet Werte von 1,0 überschritten und auch in suburbanen Räumen lassen sich zum Teil überdurchschnittliche Nutzungsintensitäten fest-

(46)

Die für die drei Länder erzielten Ergebnisse (siehe Tab. 48) weichen geringfügig von den in Tabelle 47 ausgewiesenen Werten ab. Dies liegt daran, dass für die Landkreise die Nutzfläche in Wohngebäuden nicht vorlag, während dies für die Länder der Fall war. Dementsprechend fallen die Länderwerte, die mit Kreisdaten errechnet wurden, etwas niedriger aus als die Länderwerte, die aus Länderdaten generiert wurden.

(47)

Für Sachsen lagen Daten seit 1996 vor.

Tabelle 47

Indikator N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung (Verhältnis von Nettonutzfläche neuer Gebäude zu neuer Gebäude- und Freifläche) – Länderergebnisse für die Zeiträume 1993-1996, 1997-2000 und 2001-2004

Land	Nutzungsintensität neuer Bebauung (m ² Nutzfläche je m ² Gebäude- und Freifläche)		
	1993-1996	1997-2000	2001-2004
Baden-Württemberg	0,52	0,39	0,43
Bayern	0,26	0,24	0,34
Brandenburg	0,21	0,20	0,17
Hessen	0,49	0,46	0,58
Mecklenburg-Vorpommern	0,16	0,25	0,27
Niedersachsen	0,24	0,25	0,23
Nordrhein-Westfalen	0,32	0,42	0,47
Rheinland-Pfalz	0,36	0,35	0,31
Saarland	0,50	0,46	0,30
Sachsen	0,21	0,35	0,36
Sachsen-Anhalt	0,12	0,20	0,11
Schleswig-Holstein	0,27	0,15	0,09
Thüringen	0,20	0,51	0,42
Bund	0,29	0,31	0,21
Zentralraum		–*	
Zwischenraum		–*	
Peripherieraum		–*	

* nicht berechenbar, da die Bautätigkeitsdaten nicht gemeindegerecht vorlagen

Quelle: Eigene Darstellung

stellen. In ländlichen Räumen liegt der Indikatorwert hingegen oftmals unter 0,2. Hieraus lässt sich zum einen schlussfolgern, dass es größeren Städten eher gelingt, neue Bauvorhaben auf bestehenden Siedlungsflächen zu realisieren. Zum anderen wirkt der Bodenpreis in den stärker verdichteten Regionen bzw. Regionsteilen in Richtung einer höheren Dichte im Neubau von Wohn- und Gewerbebauten.

In Einzelfällen erreichen Städte sehr hohe Werte (z. B. München 43,6, Wuppertal 12,6 oder Oberhausen 7,1), deren Plausibilität jeweils geprüft werden müsste. Es erscheint allerdings nicht gerechtfertigt, hier pauschal von Fehlern der Flächen- oder Bautätigkeitsstatistik auszugehen. Denn prinzipiell vorstellbar ist, dass eine Stadt ihre Neubautätigkeit allein im Innenbereich konzentriert, wenngleich dies bislang nur in Einzelfällen vorkommen dürfte.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, in welchem Maß der aus der Bautätigkeitsstatistik abzuleitende Zubau von Nutzflächen in neu errichteten Wohn- und Gewerbebauten eine Schätz- oder Ersatzgröße für den Zuwachs der Siedlungsfläche sein kann, wenn aus der Flächenstatistik noch keine Daten verfügbar sind oder unplausible Daten ausgewiesen werden. Ge-

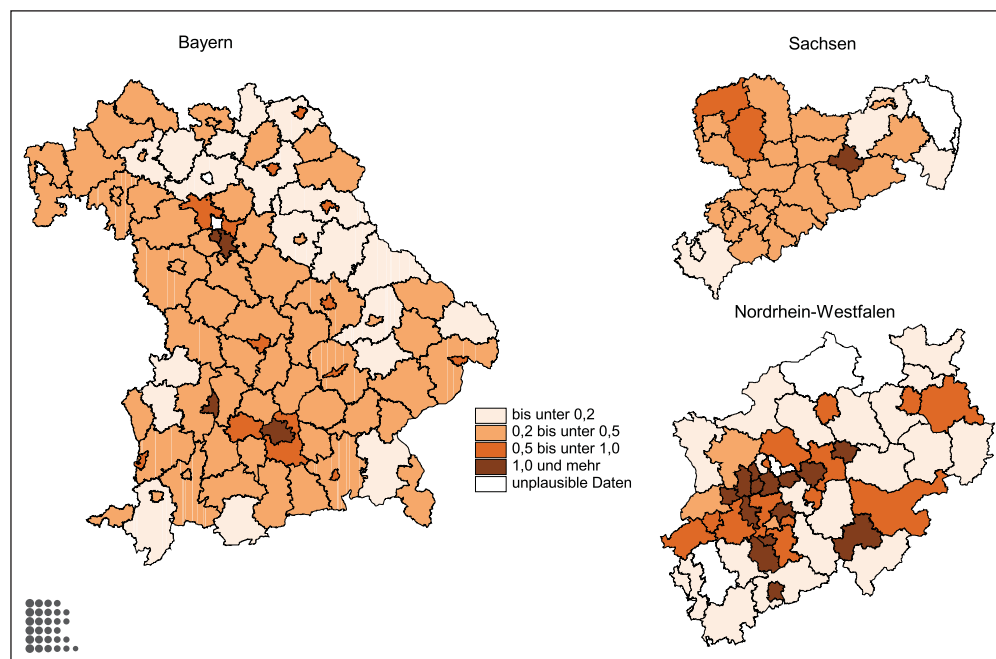
Tabelle 48
Indikator N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung (Verhältnis von Nettonutzfläche neu gebauter Gebäude zu neuer Gebäude- und Freifläche) – Werte ausgewählter Bundesländer seit 1993

Land	Nutzungsintensität neuer Bebauung (m ² Nutzfläche je m ² Gebäude- und Freifläche)		
	1993-1996	1997-2000	2001-2004
Bayern	0,24	0,22	0,31
Nordrhein-Westfalen	0,28	0,38	0,43
Sachsen	–	0,30	0,33

Quelle: Eigene Darstellung

nerell lässt sich feststellen, dass mit steigendem Nutzflächenzuwachs sich auch der Gebäude- und Freiflächenzuwachs erhöht. Allerdings ist die statistische Abhängigkeit beider Variablen relativ schwach. Für die Bilanzperiode 2001 bis 2004 wurde für Sachsen ein Korrelationskoeffizient von 0,66, für Bayern und Nordrhein-Westfalen von 0,70 bzw. 0,39 errechnet (siehe auch Abb. 32). Aus diesem Grund kann die gebaute Nutzfläche in neu errichteten Gebäuden allenfalls ein Näherungswert für die Flächeninanspruchnahme im gleichen Zeitraum sein. Hauptgrund ist die mangelnde Differenzierung neuer Gebäude nach ihrem Standort im Innen- oder Außenbereich, sodass die Flächeninanspruchnahme bei hoher Bautätigkeit im Innenbereich überschätzt würde.

Abbildung 31
Indikator N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung (Verhältnis von Nettonutzfläche neuer Gebäude zu neuer Gebäude- und Freifläche) im Zeitraum 2001 bis 2004 (m² Nutzfläche je m² Gebäude- und Freifläche)⁴⁸

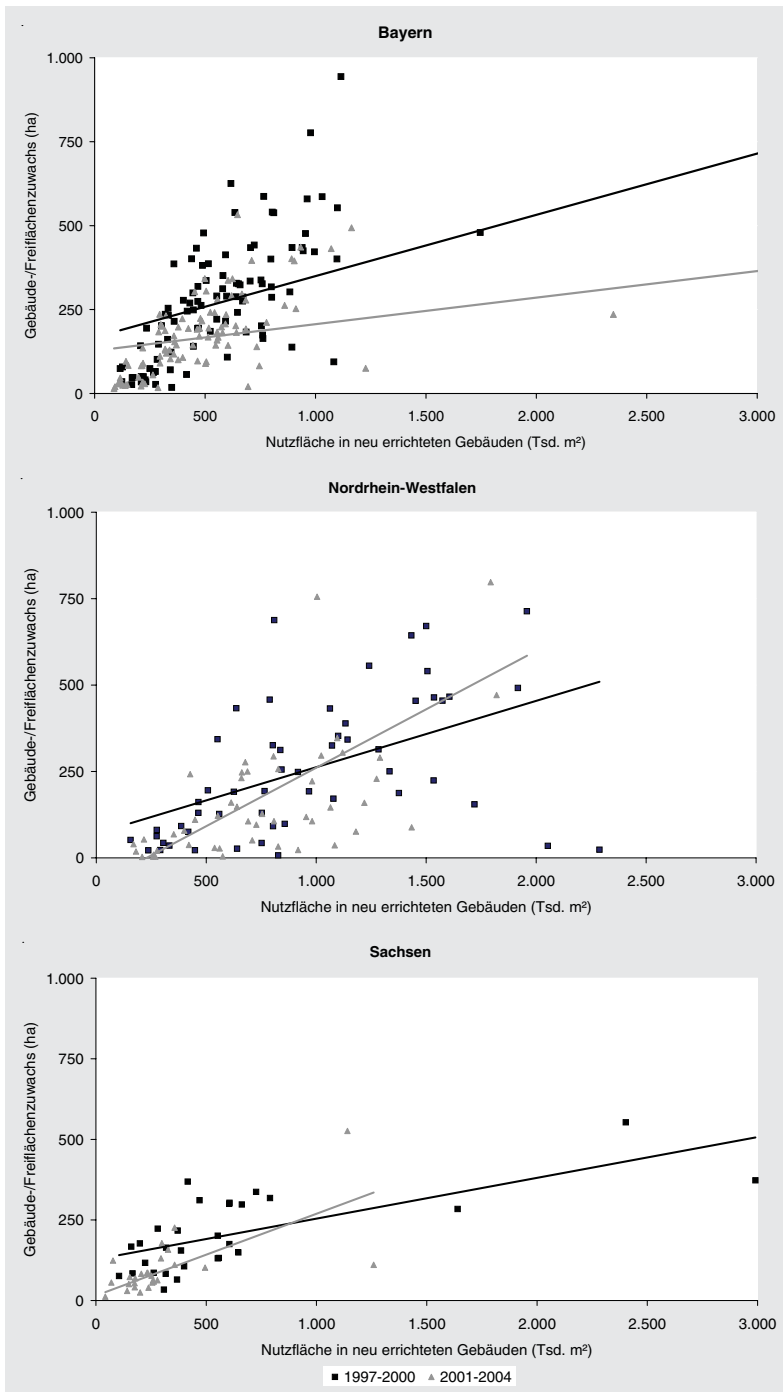


Quelle: Eigene Darstellung

(48) Als „unplausibel“ wurden solche Fälle interpretiert, in denen der Gebäude- und Freiflächenzuwachs negativ ausfällt.

Abbildung 32

Indikator N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung (Verhältnis von Nettonutzfläche neuer Gebäude zu neuer Gebäude- und Freifläche) – Werte für die Bundesländer Bayern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen (1997-2000 und 2001-2004)



Quelle: Eigene Darstellung

Infrastrukturaufwand Abwasser (N4)

Zielbezug:

NZ 1 – Intensivierung der Flächennutzung

Berechnung:

$$N4 = \frac{\sum \text{Leitungslänge_Abwasserkanal}}{\sum \text{angeschlossene_Einwohner}} \left[\frac{\text{m}}{\text{EW}} \right]$$

(49) http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb10_jahrtabu3.asp (letzter Zugriff am 31.03.2006)

Vierter Kernindikator ist der „Infrastrukturaufwand Abwasser“, der auf Daten der Umweltstatistik beruht (Öffentliche Abwasserbeseitigung).⁴⁹ Berechnet wird der Indikator als Länge der öffentlichen Kanalisation in Meter je angeschlossener Einwohner. Dabei wird pauschal davon ausgegangen, dass die Effizienz der Infrastruktur – hier gemessen am physischen Aufwand für die Vorhaltung und den Betrieb der öffentlichen Kanalisation – mit abnehmendem Indikatorwert zunimmt. Zwar kann davon ausgegangen werden, dass in ländlichen Räumen geringere Leitungsquerschnitte anzutreffen sind. Dennoch erscheint es berechtigt, mit zunehmender Leitungslänge pro Einwohner eine abnehmende ökonomische Effizienz zu vermuten, was sich auch in höheren Pro-Kopf-Kosten abbildet. Aktuelle empirische Untersuchungen bestätigten dies (siehe u. a. Siedentop et al. 2006). Hinzuweisen ist darauf, dass vom Infrastrukturaufwand für Abwasser auch auf den Infrastrukturaufwand der Wasserversorgung geschlossen werden kann, da die Netzlängen beider Infrastrukturen eng miteinander korrelieren.

Tabelle 49 zeigt, dass der Infrastrukturaufwand in Ländern mit geringer Siedlungsdichte signifikant erhöht ist. Das betrifft

Tabelle 49

Indikator N4: Infrastrukturaufwand Abwasser (Meter Kanal je angeschlossener Einwohner) – Länderergebnisse für 2001

Land	Infrastrukturaufwand „Abwasser“ 2001 (m Kanallänge/ angeschlossene EW)
Baden-Württemberg	6,20
Bayern	6,92
Brandenburg	7,36
Hessen	5,89
Mecklenburg-Vorpommern	7,49
Niedersachsen	5,36
Nordrhein-Westfalen	5,00
Rheinland-Pfalz	7,13
Saarland	6,96
Sachsen	5,81
Sachsen-Anhalt	6,95
Schleswig-Holstein	8,50
Thüringen	5,68
Bund	6,24
Zentralraum	–*
Zwischenraum	–*
Peripherieraum	–*

* nicht berechenbar, da Angaben zur Kanalnetzlänge nur kreisscharf vorlagen

Quelle: Eigene Darstellung

insbesondere Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein mit über 7 Metern je Einwohner bei einem Bundesmittel von 6,2 Metern je Einwohner. Länder mit stärker verdichteter Siedlungsstruktur wie Hessen oder Nordrhein-Westfalen liegen deutlich unter 6 Metern. Der vergleichsweise geringe Wert für Niedersachsen lässt vermuten, dass hier ländliche Siedlungsgebiete mit geringer Siedlungsdichte nicht an zentrale Abwasserbehandlungsanlagen angeschlossen sind. In eingeschränkter Form gilt dies auch für die ostdeutschen Bundesländer, in denen der Ausbau der Kanalisation in ländlichen Gebieten noch nicht abgeschlossen ist. Die Landkreise Wesel und Meißen weisen Werte von 5,1 Metern (Wesel) und 6,2 Metern je angeschlossener Einwohner (Meißen) auf.⁵⁰

Wohnflächenausstattung (N5)

Zielbezug:

NZ 1 – Intensivierung der Flächennutzung

Berechnung:

$$N5 = \frac{\sum \text{Wohnfläche}^*}{\sum \text{Einwohnerzahl}} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{EW}} \right]$$

* Wohnfläche in Wohnungen inklusive leer stehenden Wohnungen

Der Ergänzungsindikator Wohnflächenausstattung kann die Intensität der Flächennutzung nur sektoral abbilden, weil er lediglich die Nutzungseffizienz des Wohnungsbestandes ausdrückt. Mit zunehmender Wohnfläche pro Kopf – so die hier getroffene Annahme – nimmt dabei die Intensität der Flächennutzung ab. Zu beachten ist, dass niedrige Indikatorwerte nicht nur positiv als zunehmend intensivere Flächennutzung, sondern in negativer Weise auch Anzeichen für eine Mangelausstattung an Wohnraum sein können.

Ermittelt wird der Indikator durch eine Division der Wohnfläche in Wohngebäuden durch die Einwohnerzahl (m² Wohnfläche je Einwohner). Da die amtlich ausgewiesene Wohnfläche in Wohngebäuden auch leer stehenden Wohnraum einschließt, nimmt der Indikator höhere Werte an als bei der in der Literatur häufig zitierten Pro-Kopf-Wohnfläche, die sich nur auf die tatsächlich bewohnten Wohneinheiten bezieht.

Im Bundesmittel entfallen auf jeden Einwohner 39,7 m² Wohnfläche. Zwischen den Ländern zeigen sich überraschend hohe

Tabelle 50

Indikator N5: Wohnflächenausstattung (Wohnfläche je Einwohner, inkl. Wohnungsleerstand in m² je Einwohner) – Länderergebnisse für 2003

Land	Wohnflächenausstattung 2003 (m ² Wohnfläche (inkl. Wohnungsleerstand)/EW)
Baden-Württemberg	40,0
Bayern	41,6
Brandenburg	36,8
Hessen	40,8
Mecklenburg-Vorpommern	35,5
Niedersachsen	42,4
Nordrhein-Westfalen	38,0
Rheinland-Pfalz	44,0
Saarland	45,0
Sachsen	36,5
Sachsen-Anhalt	37,7
Schleswig-Holstein	40,5
Thüringen	36,6
Bund	39,7
Zentralraum	–*
Zwischenraum	–*
Peripherieraum	–*
* nicht berechenbar, da die Bautätigkeitsdaten nicht gemeindefeindlich vorlagen	

Quelle: Eigene Darstellung

Unterschiede – ein Einwohner des Saarlandes verfügt mit 45 m² über beachtliche 10 m² Wohnfläche mehr als ein Einwohner Mecklenburg-Vorpommerns. Dies verdeutlicht, dass der Indikator Wohnflächenausstattung eher ein Wohlstandsanzeiger denn ein Indikator für die Intensität der Flächennutzung ist, denn die Verdichtung der Wohnnutzung ist im Saarland wesentlich höher als in Mecklenburg-Vorpommern.

Die Testlandkreise Wesel und Meißen liegen mit Werten von 35,0 m² (Meißen) und 36,2 m² je Einwohner (Wesel) etwas unterhalb des Bundesmittels, aber auch unterhalb der Durchschnittswerte der jeweiligen Länder.

Verdichtung im Wohnungsbau (N6)

Zielbezug:

NZ 1 – Intensivierung der Flächennutzung

Berechnung:

$$N6 = \frac{\sum \text{fertiggestellte_Wohneinheiten_EFH}}{\sum \text{fertiggestellte_Wohneinheiten_MFH}} \quad [-]$$

EFH = Ein- und Zweifamilienhäuser

MFH = Mehrfamilienhäuser

Die Intensität der Inanspruchnahme neuer Siedlungsflächen kann neben dem Indika-

(50)

Der Wert für den Kreis Wesel musste geschätzt werden, da hier zwar die Kanallänge, nicht aber die Zahl der angeschlossenen Einwohner bekannt war. Für den Kreis wurde ein Anschlussgrad von 90 % angenommen (der Durchschnittswert des Landes Nordrhein-Westfalen liegt bei 95 %).

tor N3 überschlägig auch mit der Verdichtung im Wohnungsbau abgebildet werden. Diese setzt die in einer Bilanzperiode fertiggestellten Wohneinheiten in Ein- und Zweifamilienhäusern in Beziehung zu den in der gleichen Zeit im Geschosswohnungsbau errichteten Wohnungen. Ein Wert von 1,0 würde anzeigen, dass in der betreffenden Gebietseinheit die gleiche Zahl an Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhausbauweise und im Geschosswohnungsbau gebaut wurde. Allerdings berücksichtigt der Indikator nicht den Standort der Bebauung. Auch Ein- und Zweifamilienhäuser werden – wengleich vermutlich zu sehr geringen Anteilen – in Baulücken und auf Brachflächen errichtet, sodass die Verdichtung im Wohnungsbau die potenzielle Verdichtung neu erschlossener Wohngebiete nicht exakt quantifizieren kann. Dennoch bildet der Indikator in Näherung die Verdichtung im Wohnungsneubau ab.

Die für den Zeitraum von 2001 bis 2003 errechneten Länderwerte offenbaren extreme Unterschiede – in den ostdeutschen Bundesländern zeigen Werte von teilweise über

5 an, dass der Geschosswohnungsbau hier quasi zum Erliegen gekommen ist. In den westlichen Bundesländern mit höherer Bevölkerungs- und Siedlungsdichte rangieren die Werte hingegen zwischen 1 und 2. Bemerkenswert ist der geringe Wert für Hessen (1,3), der Rückschlüsse auf die Hintergründe der festgestellten stark unterdurchschnittlichen Dynamik der Flächeninanspruchnahme in diesem Bundesland seit Mitte der 1990er Jahre zulässt. Offensichtlich ist es vor allem die vergleichsweise hohe Verdichtung der Bebauung, die die günstige Entwicklung in Hessen erklärt. Dafür spricht auch der vergleichsweise hohe Wert der Intensität neuer Bebauung in diesem Bundesland (N3).

Bundesweit entfielen im genannten Zeitraum zwei fertiggestellte Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern auf eine Wohnung im Geschosswohnungsbau. Die hier nicht dargestellten Jahreswerte zeigen, dass die Verdichtung im Wohnungsbau seit 2001 deutlich abgenommen hat (von 1,8 im Jahr 2001 auf 2,3 im Jahr 2003). Für die Landkreise Wesel und Meißen ergeben sich Werte von 1,6 und 3,6.

Tabelle 51
Indikator N6: Verdichtung im Wohnungsbau (Verhältnis der fertiggestellten Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern zu Wohnungen in Mehrfamilienhäusern) – Länderergebnisse für 2001-2003

Land	Verhältnis der fertiggestellten Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern zu Wohnungen in Mehrfamilienhäusern 2001-2003
Baden-Württemberg	1,6
Bayern	1,9
Brandenburg	5,1
Hessen	1,3
Mecklenburg-Vorpommern	2,1
Niedersachsen	4,7
Nordrhein-Westfalen	1,6
Rheinland-Pfalz	2,8
Saarland	2,8
Sachsen	3,1
Sachsen-Anhalt	5,8
Schleswig-Holstein	2,6
Thüringen	3,4
Bund	2,1
Zentralraum	–*
Zwischenraum	–*
Peripherieraum	–*

* nicht berechenbar, da die Bautätigkeitsdaten nicht gemeindeschärf vorlagen

Quelle: Eigene Darstellung

Verhältnis Wohnungsneubau zu Leerstand (N7)

Zielbezug:

NZ 1 – Intensivierung der Flächennutzung

Berechnung:

$$N7 = \frac{\sum \text{fertiggestellte_Wohneinheiten}}{\sum \text{leerstehende_Wohneinheiten}} [-]$$

Hinweise auf die Effizienz der Siedlungstätigkeit lassen sich möglicherweise auch aus der Gegenüberstellung von neu gebauten und leer stehenden Wohnungen ableiten. Je höher der Neubau von Wohneinheiten pro Mengeneinheit leer stehender Wohnungen ist, desto geringer – so die Annahme – ist die Effizienz der Wohnbautätigkeit. Berechnet wird der Indikator als die Anzahl neu gebauter Wohnungen je 100 leer stehender Wohnungen.

Der Indikator konnte aufgrund des Fehlens bundesweiter Leerstandsdaten nur für das Land Brandenburg realisiert werden. Hier liegt eine kreisscharfe Leerstandserhebung für das Jahr 2002 vor. Die in Tabelle 52 für alle brandenburgischen kreisfreien Städte und Landkreise ausgewiesenen Werte beziehen sich auf den Wohnungsneubau der Jahre 2000 bis 2003 und setzen dies in Relation zum Wohnungsleerstand des Jahres

2002. Im ganzen Land Brandenburg wurden 22 Wohnungen je 100 leer stehender Wohnungen gebaut. In den an Berlin angrenzenden Kreisen wie Potsdam-Mittelmark und Havelland werden Werte von 40 Wohneinheiten und mehr erreicht. Peripherie Regionen sowie die kreisfreien Städte weisen dagegen geringere Werte aus.

Die Interpretation der mit dieser Messgröße erzielten Ergebnisse ist jedoch nicht einfach. So kann nicht unterschieden werden zwischen neu gebauten Wohnungen auf neu erschlossenen Siedlungsflächen und Wohnungen, die im Bestand errichtet wurden. Im Stadtumbauprozess kann es zu Neubauvorhaben auf Standorten kommen, auf denen zuvor Geschosswohnungsbauten abgerissen wurden. Mit Blick auf die Wohnpräferenzen der Bevölkerung und den erheblichen Leerstand im Geschosswohnungsbau kann dies kaum als ineffizient bezeichnet werden. Mit dem Indikator N7 können solche Differenzierungen aber nicht vorgenommen werden.

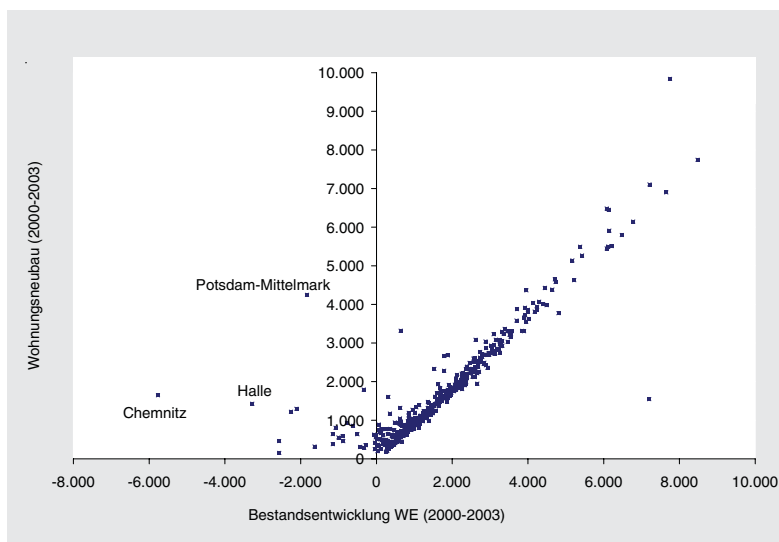
In diesem Zusammenhang ist auch das Verhältnis von Wohnungsneubau (fertiggestellte Wohnungen) und Wohnungsbestandsentwicklung von Relevanz. Im Normalfall nimmt dieses Verhältnis den Wert 1 an – mit 100 neu gebauten Wohnungen erhöht sich der Wohnungsbestand um etwa 100 Wohnungen. Der reale Wert liegt etwas unter 1, weil auch unter stabilen wohnungswirtschaftlichen Rahmenbedingungen Wohnungen durch Zusammenlegungen, Umnutzung oder Abriss vom Markt gehen. In den ostdeutschen Regionen mit hohen Leerstandszahlen und begunnenem Stadtumbau reduziert sich hingegen trotz Neubau von Wohnungen der Wohnungsbestand insgesamt (Abb. 33). Am deutlichsten kann dies in der Stadt Chemnitz beobachtet werden – einem Wohnungsneubau von etwa 1 600 Wohneinheiten steht eine Reduktion des Wohnungsbestandes um knapp 5 800 Wohneinheiten gegenüber. Mit den oben formulierten Einschränkungen kann auch diese statistische Beobachtung als Indiz für Ineffizienzen der Flächennutzung angesehen werden, denn einer sich ausdehnenden Gebäude- und Freifläche steht eine abnehmende Wohnungsdichte (Wohnungen je Hektar Gebäude- und Freifläche) gegenüber.

Tabelle 52
Indikator N7: Verhältnis Wohnungsneubau zu Leerstand (Anzahl neu gebauter Wohnungen 2000-2003 je 100 im Jahr 2002 leer stehender Wohnungen; eigene Berechnungen nach Daten des Landesbetriebes für Datenverarbeitung und Statistik Brandenburg)

Kreisfreie Stadt / Landkreis	Anzahl neu gebauter Wohnungen 2000-2003 je 100 im Jahr 2002 leer stehender Wohnungen
Brandenburg an der Havel, krsfr. Stadt	11
Cottbus, krsfr. Stadt	8
Frankfurt (Oder), krsfr. Stadt	7
Potsdam, krsfr. Stadt	20
Barnim, Landkreis	33
Dahme-Spreewald, Landkreis	38
Elbe-Elster, Landkreis	10
Havelland, Landkreis	43
Märkisch-Oderland, Landkreis	34
Oberhavel, Landkreis	45
Oberspreewald-Lausitz, Landkreis	7
Oder-Spree, Landkreis	26
Ostprignitz-Ruppin, Landkreis	14
Potsdam-Mittelmark, Landkreis	54
Prignitz, Landkreis	6
Spree-Neiße, Landkreis	19
Teltow-Fläming, Landkreis	24
Uckermark, Landkreis	12

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 33
Verhältnis des Wohnungsneubaus (fertiggestellte Wohnungen) zur Entwicklung des Wohnungsbestandes 2000-2003 auf Ebene von Landkreisen und kreisfreien Städten (eigene Berechnungen nach Daten aus Statistik Regional 2005)



Quelle: Eigene Darstellung

Dynamik Infrastrukturaufwand „Abwasser“ (N8)

Zielbezug:

NZ 1 – Intensivierung der Flächennutzung

Berechnung:

$$N4 = \frac{\sum \text{Leitungsl.}_{\text{Abw. kanal}}_t}{\sum \text{angeschl.}_{\text{Einwohner}}_t} \cdot \frac{\sum \text{Leitungsl.}_{\text{Abw. kanal}}_{t-1} \left[\frac{\text{m}}{\text{EW}} \right]}{\sum \text{angeschl.}_{\text{Einwohner}}_{t-1}}$$

Neben der aktuellen Kanalnetzlänge je Einwohner (N4) liefert deren Veränderung Aufschlüsse über die Effizienz des Siedlungssystems und seiner technischen Infrastruktur. Der Indikator „Dynamik Infrastrukturaufwand Abwasser“ berechnet sich als Veränderung der Leitungslänge von Abwasserkanälen je angeschlossener Einwohner (Meter je Einwohner) zwischen zwei Zeitpunkten. Hohe Werte dieses Indikators zeigen an, dass viele neue Abwasserkanäle gebaut wurden (vornehmlich in ländlichen Gebieten mit geringer Siedlungsdichte, wo nur wenige Einwohner je Meter Kanal erschlossen werden), und/oder dass sich die

Einwohnerzahl im gesamten Entsorgungsgebiet als Folge des generellen Entdichtungsprozesses verringert. Wie beim Indikator N4 (Infrastrukturaufwand Abwasser) entstammen die hier erforderlichen Daten aus der amtlichen Umweltstatistik.

Die für den Zeitraum zwischen 1998 und 2001 errechneten Länderwerte zeigen die erwartet hohe Streuung – in Ländern mit geringer Entdichtung und bereits hoher Anschlussquote (auch ländlicher Siedlungsgebiete) wie Hessen und Nordrhein-Westfalen werden Werte von unter 0,3 Metern je Einwohner Mehraufwand gemessen. In Ländern mit dynamischer Entdichtung und noch zu leistendem Ausbau der Kanalisation in ländlichen Gebieten sehr geringer Siedlungsdichte lassen sich Werte von deutlich über einem Meter antreffen (vor allem Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt). In Sachsen-Anhalt wurden im besagten Zeitraum fast 4 500 Kilometer neue Abwasserkanäle verlegt, was einem Zuwachs der Netzlänge um über 40 % entspricht. Gleichzeitig konnte die Anzahl angeschlossener Einwohner nur um etwa 3 % erhöht werden, was die drohende Unwirtschaftlichkeit dieser Infrastruktur deutlich zum Ausdruck bringt.

Für die Testlandkreise lagen zum Zeitpunkt der Berichtslegung keine Daten für 1998 vor, sodass die Berechnung dieses Indikators nicht möglich war.

Tabelle 53
Indikator N8: Dynamik Infrastrukturaufwand Abwasser (Veränderung der Leitungslänge Abwasserkanal je angeschlossener Einwohner – Länderergebnisse für 1998-2001

Land	Leitungslänge Abwasserkanal je EW 1998-2001
Baden-Württemberg	0,3
Bayern	0,3
Brandenburg	1,4
Hessen	0,2
Mecklenburg-Vorpommern	1,7
Niedersachsen	-3,3**
Nordrhein-Westfalen	0,1
Rheinland-Pfalz	0,4
Saarland	1,2
Sachsen	0,7
Sachsen-Anhalt	1,9
Schleswig-Holstein	0,5
Thüringen	0,7
Bund	0,4
Zentralraum	–*
Zwischenraum	–*
Peripherieraum	–*

* nicht berechenbar, da Angaben zur Kanalnetzlänge nur länder- bzw. kreisscharf vorlagen
 ** in Niedersachsen weist die Statistik eine wenig plausible Reduzierung der Netzlänge um etwa 22 000 Kilometer aus

Quelle: Eigene Darstellung

Flächenproduktivität (N9)

Zielbezug:

NZ 2 – Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme

Berechnung:

$$N9 = \frac{\sum \text{BWS}}{\sum \text{SuV}_{\text{Fläche}}} \left[\frac{\text{Tsd. EUR}}{\text{ha}} \right]$$

Die Flächenproduktivität besagt, wie viel SuV-Fläche eingesetzt werden muss, um einen bestimmten (finanziellen) Wert an Gütern und Dienstleistungen zu produzieren (Jakubowski/Zahrt 2003, S. 188). Eine effiziente Flächennutzung liegt dann vor, wenn eine möglichst hohe Wertschöpfung mit einem möglichst geringen Einsatz des Faktors Fläche erzielt wird. Berechnet wird die Flächenproduktivität, indem das für eine Gebietseinheit gemessene Bruttoinlandsprodukt (in Mio. Euro) mit dem Bestand der SuV-Fläche in Beziehung gesetzt wird (Tausend Euro je Hektar SuV-Fläche).

Im Vergleich zur Siedlungsdichte weist die Flächenproduktivität noch stärkere Unterschiede zwischen den Bundesländern auf, was vor allem mit der schwachen ökonomischen Situation in den neuen Bundesländern erklärt werden kann. Die höchste Flächenproduktivität erreichen die Länder Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg. Besonders geringe Flächenproduktivitäten weisen Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt aus. Die Landkreise Wesel und Meißen liegen mit Werten von etwa 380 Tsd. Euro (Wesel) bzw. 340 Tsd. Euro (Meißen) je Hektar SuV-Fläche unterhalb des Bundesdurchschnitts, was für suburbane Siedlungsgebiete typisch sein dürfte.

Dynamik Flächenproduktivität (N10)

Zielbezug:

NZ 2 – Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme

Berechnung:

$$N10 = \frac{\frac{\sum BWS_t}{\sum SuV_Fläche_t} - \frac{\sum BWS_{t-1}}{\sum SuV_Fläche_{t-1}}}{\frac{\sum BWS_{t-1}}{\sum SuV_Fläche_{t-1}}} \times 100 [\%]$$

Der Ergänzungsindikator Dynamik Flächenproduktivität gibt Auskunft über die Veränderung der Flächenproduktivität im zeitlichen Verlauf (Dosch/Jakubowski 2006). Tabelle 55 macht auch deutlich, dass die Flächenproduktivität stark von konjunkturellen Entwicklungen abhängig ist. So hat sich die Wertschöpfung je Flächeneinheit zwischen 1996 und 2000 in den westlichen Bundesländern zum Teil deutlich erhöht, um anschließend zu stagnieren oder zurückzugehen. Dieser Trend kann kaum mit Entwicklungen der Flächennutzung erklärt werden. Offensichtlich ist die Bruttowertschöpfung die weitaus elastischere Größe als der Siedlungs- und Verkehrsflächenbestand.

Nutzungsichte (N11)

Zielbezug:

NZ 2 – Höhere ökonomische Produktivität der Flächeninanspruchnahme

Berechnung:

$$N11 = \frac{\sum \text{Einwohner_u_Beschäftigte}^*}{\sum \text{Gebäude_u_Freifläche}} \left[\frac{\text{EW_u_Beschäftigte}^*}{\text{ha}} \right]$$

* sozialversicherungspflichtig Beschäftigte

Tabelle 54

Indikator N9: Flächenproduktivität – Länderergebnisse für 1996, 2000 und 2004 (Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1995)

Land	Bruttowertschöpfung in TEuro je ha SuV-Fläche		
	1996	2000	2004
Baden-Württemberg	565	601	600
Bayern	435	466	470
Brandenburg	167	176	165
Hessen	532	578	575
Mecklenburg-Vorpommern	186	180	165
Niedersachsen	272	282	274
Nordrhein-Westfalen	592	608	605
Rheinland-Pfalz	313	329	324
Saarland	448	470	471
Sachsen	353	340	344
Sachsen-Anhalt	217	213	201
Schleswig-Holstein	340	349	332
Thüringen	256	269	268
Bund	432	448	442
Zentralraum	–*	–*	–*
Zwischenraum	–*	–*	–*
Peripherieraum	–*	–*	–*

* nicht berechenbar, da das Bruttoinlandsprodukt nicht gemeindescharf ausgewiesen wird

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 55

Indikator N10: Dynamik Flächenproduktivität (Veränderung der Flächenproduktivität) – Länderergebnisse für 1996-2000 und 2000-2004 (Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1995)

Land	Veränderung der Bruttowertschöpfung je ha SuV-Fläche in %	
	1996-2000	2000-2004
Baden-Württemberg	6,28	-0,06
Bayern	7,17	0,82
Brandenburg	5,61	-6,74
Hessen	8,50	-0,43
Mecklenburg-Vorpommern	-3,25	-8,79
Niedersachsen	3,83	-3,16
Nordrhein-Westfalen	2,75	-0,53
Rheinland-Pfalz	4,92	-1,34
Saarland	4,79	0,25
Sachsen	-3,82	1,36
Sachsen-Anhalt	-1,93	-5,44
Schleswig-Holstein	2,41	-4,80
Thüringen	5,13	-0,62
Bund	3,85	-1,41
Zentralraum	–*	–*
Zwischenraum	–*	–*
Peripherieraum	–*	–*

* nicht berechenbar, da das Bruttoinlandsprodukt nicht gemeindescharf ausgewiesen wird

Quelle: Eigene Darstellung

Wie für Indikator N1 Siedlungsdichte ausgeführt, kann die Nutzungsdichte, die die Anzahl der Einwohner und sozialversicherungspflichtig Beschäftigten einer Gebiets-einheit mit der dazugehörigen Gebäude- und Freifläche in Beziehung setzt (Einwohner und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte je Hektar Gebäude- und Freifläche sowie Betriebsfläche), präziser über die reale Nutzungsintensität der urbanen Flächennutzung informieren, weil sie nicht nur die Bevölkerungszahl, sondern auch die Beschäftigtenzahl berücksichtigt. Auch handelt es sich bei der Nutzungsdichte um eine „Nettodichte“, da die Gebäude- und Freifläche die für das Wohnen und Arbeiten genutzte Nettogrundfläche (abzüglich von Infrastrukturflächen und sonstigen Siedlungsnutzungen) quantifiziert.

Die Länderwerte zeigen, wie die Siedlungsdichte, eine große Spannweite. Die Länder mit der intensivsten Flächennutzung sind Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen mit etwa 55 Einwohnern und Beschäftigten je Hektar Gebäude- und Freifläche. Am unteren Ende der Dichteskala rangieren erwartungsgemäß Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern mit etwa 25 Einwohnern und Beschäftigten je Hektar Gebäude- und Freifläche. Die Landkreise Wesel und Meißen liegen mit 47 bzw. 45 Einwohnern und Beschäftigten je Hektar Gebäude- und Freifläche fast gleichauf.

Tabelle 56

Nutzungsdichte (Einwohner und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte je Hektar Gebäude- und Freifläche sowie Betriebsfläche) – Länderergebnisse für 2003/2004

Land	EW und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte je ha Gebäude- und Freifläche 2003/2004
Baden-Württemberg	55
Bayern	42
Brandenburg	24
Hessen	52
Mecklenburg-Vorpommern	26
Niedersachsen	30
Nordrhein-Westfalen	54
Rheinland-Pfalz	44
Saarland	43
Sachsen	45
Sachsen-Anhalt	31
Schleswig-Holstein	33
Thüringen	43
Bund	44
<i>Zentralraum</i>	–*
<i>Zwischenraum</i>	–*
<i>Peripherieraum</i>	–*
* nicht berechenbar	

Quelle: Eigene Darstellung

4 Bilanzierungsverfahren

4.1 Aufgabenstellung und Ziel

Die flächenpolitischen Akteure müssen sich in der Anwendung des Nachhaltigkeitsbarometers mehrere Ausgangsfragen stellen:

- Erstens ist festzulegen, ob und in welcher Form den jeweiligen Indikatorausprägungen Wertungen zugesprochen werden sollen. Als Referenz können beispielsweise politische oder wissenschaftlich begründete Ziele (z. B. Umweltqualitätsziele) eingesetzt werden, deren Erreichungsgrad kardinal berechnet oder ordinalen Wertstufen zugeordnet werden kann. Eine andere Möglichkeit besteht darin, sich auf relative Bewertungen wie räumliche oder zeitliche Indexbildungen zu beschränken. Zu klären ist demnach zunächst die Möglichkeit einer durchgängigen Zielorientierung bei der Entwicklung eines Index-Verfahrens.
- Zweitens ist festzulegen, auf welche Art und Weise die Werte der Einzelindikatoren zu einem Index aggregiert werden sollen. Dabei ist zu überlegen, ob eine gewichtete Aggregation zum Einsatz kommt, in die die einzelnen Indikatoren mit unterschiedlichen Gewichten eingehen. Ferner ist zu prüfen, ob statische und dynamische Indikatoren (Indikatoren zu Nutzungsmuster und Nutzungsänderungen) zu einem Index zusammengefasst werden oder ob zwei voneinander unabhängige Indizes gebildet werden sollen.

Das Nachhaltigkeitsbarometer Fläche unterstützt sowohl eine deskriptiv-analytische wie auch normativ-politische Auseinandersetzung mit der Flächennutzung und ihrer Veränderung, indem indikatorspezifische Bewertungsansätze wie auch Verfahren der Indexbildung bereitgestellt werden.

4.2 Ausgestaltung des Bilanzierungsverfahrens

Verfahren der Indexbildung

Prinzipiell bieten sich vier unterschiedliche Verfahren für die Bildung eines „Nachhaltigkeitsindex“ an:

1. Kardinale Bewertung der relativen Zielerreichung, orientiert an politisch gesetzten Zielen (z. B. UBA 2005; Schmidhals et al. 2004; KGSt 2005).

2. Setzung von wissenschaftlich und/oder politisch begründeten Transformationsfunktionen: Hierbei werden die gemessenen Indikatorenwerte ordinal oder metrisch skalierten Wertstufen zugeordnet. Dies können zweistufige (z. B. „positiv“ versus „negativ“ oder „vorhanden“ versus „nicht vorhanden“) oder mehrstufige (z. B. Werte von 1 bis 5 oder „gering, mittel, hoch“) sein (z. B. Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr 2004).
3. Indizierung anhand des Durchschnittswerts einer höheren räumlichen Ebene (z. B. Bundesdurchschnitt) oder des Durchschnittswerts aller Beobachtungsobjekte (z. B. Ewing et al. 2002; Galster et al. 2001), die als Referenzwerte bspw. gleich 100 gesetzt werden können.
4. Indizierung anhand eines Referenzzeitpunkts (z. B. 1990 = 100) (z. B. Kompetenzzentrum für Nachhaltige Entwicklung des Kantons Bern 2004).

Zu 1) Auf politisch gesetzte Ziele (wie einen maximalen Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil oder eine Mindestsiedlungsdichte) kann im hier relevanten Handlungsfeld nur in seltenen Einzelfällen zurückgegriffen werden, sodass diese Form der Bewertung für die Entwicklung des Nachhaltigkeitsbarometers entfällt.

Zu 2) Schwierigkeiten ergeben sich auch bei der Setzung von Nutzen- bzw. Transformationsfunktionen, weil sich aus der Fachliteratur Maßstäbe zur Bewertung der Flächeninanspruchnahme nicht unmittelbar ableiten lassen. Die Schwierigkeit besteht darin, empirisch beobachtete Wirkungsphänomene (wie gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Verlust von Tier- und Pflanzenarten) mit Eigenschaften der Flächennutzung wie dem Grad der Verstädterung der Landschaft zu erklären, auch wenn generelle Wirkungszusammenhänge unstrittig sind. Es fehlen empirisch erhärtete Dosis-Wirkungs-Beziehungen, wie sie im stofflichen Umweltschutz fachliche Grundlage der Setzung von gesetzlichen oder untergesetzlichen Grenzwerten sind. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Erstens nehmen verschiedenartige Eigenschaften der Siedlungsstruktur Einfluss auf die Umweltqualität, die in ihrer potenziellen „Alleinwirkung“ schwer zu beurteilen sind. Zu nennen ist neben der absoluten Flächenin-

spruchnahme in einer Raumeinheit vor allem die räumliche Anordnung von Siedlungsflächen. Zweitens sind Flächennutzung und Siedlungsstruktur Wirkungsgrößen innerhalb eines komplexen Zusammenwirkens verschiedener Faktoren anthropogener und natürlicher Herkunft (Alberti 1999), deren Wirksamkeit ebenfalls nicht isoliert werden kann. Drittens zeigen sich bei vielen Schutzgütern keine eindeutigen „Schwellen-Reaktionen“ auf eine ansteigende urbane Überprägung des Landschaftsraumes (Jaeger/Holderegger 2005, S. 117; Reid 1998, S. 122). Während im stofflichen Umweltschutz wirkungsorientierte Standards gebräuchlich sind (kritische Konzentrationen, kritische Eintragsraten), deren Unterschreitung keine nachweisbaren Veränderungen der Böden in Struktur und Funktion erwarten lässt, existieren für nicht-stoffliche Belastungsphänomene meist keine derartigen Normen (zur Landschaftszerschneidung siehe hierzu Jaeger/Holderegger 2005).⁵¹ Dies liegt auch an Defiziten der empirischen Wirkungsforschung selbst. Denn bislang können Messkonzepte, die zur Erfassung der Wirkungen von Flächennutzungsänderungen entwickelt wurden, nur die Belastungen (wie z. B. die Änderung von Flächennutzungen in Art und Intensität) befriedigend abbilden. Schwierig ist dagegen die Messung von Schutzgutreaktionen auf die ermittelten Belastungen (Sperry 2004, S. 2), sodass die Ableitung empirisch gesicherter Ursache-

Wirkung-Zusammenhänge kaum möglich ist.

Zu 3 und 4) Weitaus einfacher sind demgegenüber räumliche oder zeitliche Indexbildungen. Zeitliche Indizierungen setzen allerdings die Verfügbarkeit von Zeitreihendaten voraus, was nicht bei allen der in Kapitel 3 vorgestellten Indikatoren vorausgesetzt werden kann.

Vor diesem Hintergrund bietet das Nachhaltigkeitsbarometer drei alternative Indizierungsverfahren an:

- eine Indexbildung orientiert am Durchschnitt der gemessenen Merkmalsausprägung einer übergeordneten Raumeinheit,
- eine Trendeinschätzung, bezogen auf ein festzulegendes Referenzjahr (z. B. das Jahr 1990 oder 1996⁵²) sowie
- der Einsatz von Transformationsfunktionen mit anschließender Aggregation der Einzelwerte.

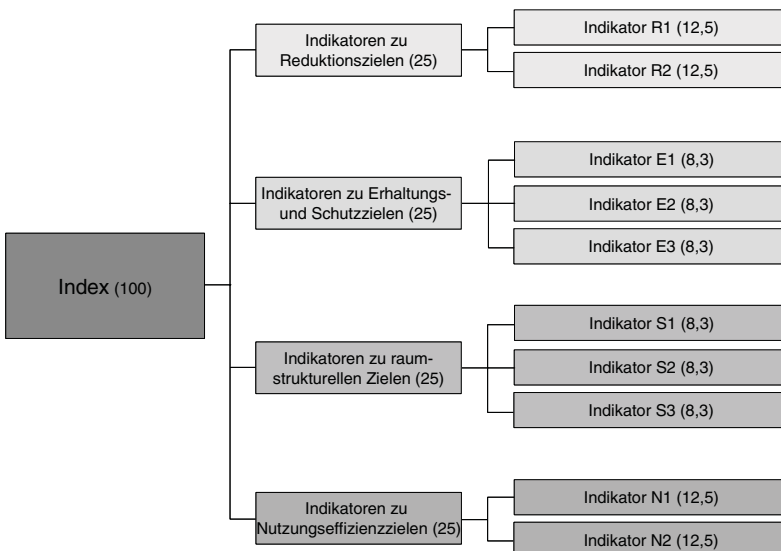
Bei allen drei Verfahren gehen die vier unterschiedlichen Indikatorengruppen (zu Reduktionszielen, Erhaltungs- und Schutzzielen, nutzungsstrukturellen Zielen, Nutzungseffizienzzielen) gleichgewichtet in die Indexberechnung ein. Damit soll verhindert werden, dass einzelne Indikatorengruppen das Gesamtergebnis übermäßig beeinflussen. Würden beispielsweise zwei Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen (z. B. Siedlungsdichte und Flächenproduktivität), aber nur ein Indikator zu Reduktionszielen (z. B. Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil) gleichgewichtet einfließen, so wäre zu vermuten, dass ländliche Räume stets negativere Werte erzielen als urbane Räume mit höherer Dichte. Dies wird vermieden, indem jede der vier Indikatorengruppen mit dem gleichen Faktor in die Berechnung des Gesamtindex eingeht. Innerhalb der Indikatorengruppen werden Teilgewichte in Abhängigkeit von der Anzahl der eingesetzten Indikatoren vergeben. Auf eine inhaltlich begründete unterschiedliche Gewichtung der Einzelindikatoren wird somit verzichtet (vgl. Abb. 34).

Die Verwendung dreier unterschiedlicher Verfahren dient dazu, ggf. unterschiedlich ausfallende Ergebnisse bzw. Gesamtbewertungen sichtbar zu machen und hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu bewerten. Zudem soll die Diskussion über das geeignetste Verfahren hierdurch angeregt und mit Daten untersetzt werden. Die Entscheidung,

(51) Auch die von Penn-Bressel (2005, S. 132) benannten Handlungsziele zur Begrenzung des Niveaus der Landschaftszerschneidung sind nicht geeignet, das Zerschneidungsniveau in verschiedenen Räumen hinsichtlich seiner Akzeptabilität zu bewerten.

(52) Die Auswahl beider Referenzzeitpunkte begründet sich aus der Verfügbarkeit von Daten aus CORINE Land Cover 2000, mit welchen Veränderungen der Bodenbedeckung zwischen etwa 1990 und 2000 analysiert werden können. Das Jahr 1996 erscheint als zweiter Referenzzeitpunkt geeignet, weil seit diesem Jahr auch für Ostdeutschland valide Daten aus der Flächenerhebung vorliegen.

Abbildung 34 Gewichtung der Indikatorengruppen und Indikatoren bei Berechnung des Nachhaltigkeitsindex (beispielhaft)



Quelle: Eigene Darstellung

welches Verfahren künftig für das Nachhaltigkeitsbarometer eingesetzt wird, bleibt letztlich den flächenpolitischen Anwendern des Nachhaltigkeitsbarometers vorbehalten.

Räumliche und zeitliche Indexbildung

Ein vergleichsweise einfaches Verfahren ist die am Durchschnitt einer höherstufigen Raumeinheit oder einem Referenzzeitpunkt vorgenommene Indexbildung. Dem Indikatorwert der gewählten Referenzraumeinheit wird dabei ein Referenzwert zugewiesen (z. B. 100). Gleiches erfolgt bei einer zeitlichen Indizierung für einen Referenzzeitpunkt. Die für die Beobachtungsobjekte erzielten Messwerte lassen sich dann durch Bezug auf den Referenzwert indizieren.

Als Referenzraum für die **räumliche Indexbildung** bietet sich vor allem das Bundesgebiet (bei einem bundesweiten Einsatz des Barometers) oder das Gebiet eines Bundeslandes (im Falle einer landespolitischen Implementation) an. Den für diesen Raum gemessenen Indikatorwerten wird ein Wert von 100 zugewiesen. Alle Messwerte werden dann auf diesen Referenzwert bezogen. Die Normierung erfolgt dabei so, dass Indexwerte >100 als positiv gewertete Abweichungen vom Bundes- bzw. Landesdurchschnitt interpretiert werden, Werte <100 entsprechend negativ bewertete Merkmalsausprägungen markieren. Um eine mögliche Dominanz einzelner Indikatoren zu vermeiden, werden die Indexwerte auf eine Spannweite von 0 bis 200 begrenzt. Ermittelte Indexwerte <0 werden als Wert „0“ sowie >200 als Wert „200“ definiert. In der Regel wird der Indexwert wie folgt ermittelt: Messwert multipliziert mit 100, dividiert durch den Referenzwert. Bei Indikatoren, deren numerisch ansteigende Messwerte negativ zu bewerten sind, gilt: Maximalwert 200 minus errechneter Indexwert.

Anhand einiger Beispiele für die räumliche Indexbildung soll dieses Vorgehen verdeutlicht werden: Die Siedlungsdichte lag im Jahr 2001 im Bundesgebiet bei 1 876 Einwohnern je km² Siedlungs- und Verkehrsfläche. Abweichungen vom Bundesdurchschnitt nach oben werden positiv, nach unten negativ gewertet. Für das Land Mecklenburg-Vorpommern errechnet sich somit bei einer Dichte von 1 135 Einwohnern je km² Siedlungs- und Verkehrsfläche ein Indexwert von 60. Dem Saarland wird bei ei-

Tabelle 57
Indexbildung am Beispiel des Indikators R1 „Flächeninanspruchnahme“

Land	Messwert (SuV-Anteil (2001))	Zwischenwert	Index (=200-Zwischenwert)
Baden-Württemberg	13,2	107	93
Bayern	10,4	85	115
Brandenburg	8,20	67	133
Hessen	14,9	121	79
Mecklenburg-Vorpommern	6,7	54	146
Niedersachsen	12,7	103	97
Nordrhein-Westfalen	21,0	170	30
Rheinland-Pfalz	13,4	109	91
Saarland	19,7	160	40
Sachsen	11,3	91	109
Sachsen-Anhalt	9,4	76	124
Schleswig-Holstein	11,2	91	109
Thüringen	8,8	71	129
Bund	12,3	100	100

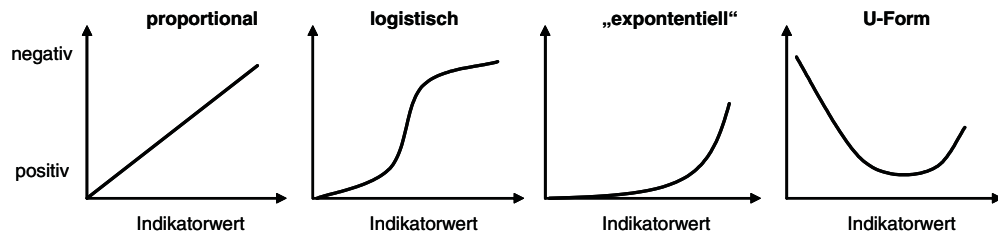
Quelle: Eigene Darstellung

ner Dichte von 2 107 Einwohnern je km² Siedlungs- und Verkehrsfläche ein Wert von 112 zugeordnet. Ein weiteres Beispiel: Im Jahr 2001 lag der Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil im Bundesgebiet bei 12,3 %. Für das Land Mecklenburg-Vorpommern würde sich – bei einem SuV-Anteil von 6,7 % – ein Wert von 146 (200 minus 54) errechnen. Dem Saarland wird ein Wert von 40 (200 minus 160) zugewiesen, bei einem SuV-Anteil von 19,7 %. Tabelle 57 zeigt dies beispielhaft für den Indikator R1 „Flächeninanspruchnahme“.

Indexbildung mit indikatorspezifischen Transformationsfunktionen

Der dritte oben angesprochene Ansatz der Indexbildung operiert mit indikatorspezifischen Transformationsfunktionen, wie sie beispielsweise in der Nutzwertanalyse gebräuchlich sind. Einer gemessenen Indikatorausprägung (Messwert) wird dabei eine Wertstufe auf einer definierten Skala zugeordnet. Die verwendeten Skalen können unterschiedlich ausgestaltet werden – denkbar ist eine einfache nominale Skala („nachhaltig“ vs. „nicht nachhaltig“), denkbar ist aber auch eine mehrstufige ordinale Skala. Bei der Setzung von Transformationsfunktionen können in Abhängigkeit von der wissenschaftlichen oder politischen Bewertung der Indikatorausprägungen unterschiedliche Funktionsformen adäquat sein. Denkbar ist eine lineare Funktion, bei der ein proportionaler Zusammenhang von Indikatorausprägung und Bewertung unterstellt wird. Denkbar sind aber auch logisti-

Abbildung 35
Beispielhafte Transformationsfunktionen



Quelle: Eigene Darstellung

sche, exponentielle oder U-förmige Transformationsfunktionen (Abb. 35).

Das Fehlen fachlich anerkannter Bewertungsmaßstäbe im nicht-stofflichen Boden- bzw. Flächenschutz erschwert auch die Setzung von Transformationsfunktionen. Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen ist daher die Richtung, in die sich Indikatoren entwickeln müssen, um dies als positiv oder negativ zu bewerten. So kann beispielsweise davon ausgegangen werden, dass ein zunehmender Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil negativ, eine zunehmende Siedlungsdichte positiv und ein zunehmender Dispersionsgrad von Einwohnern und Arbeitsplätzen negativ zu werten ist. Die Wahl einer der in Abbildung 35 dargestellten Funktionen ist aber bereits mit Werturteilen verbunden, die nur eingeschränkt wissenschaftlich gesichert sind.

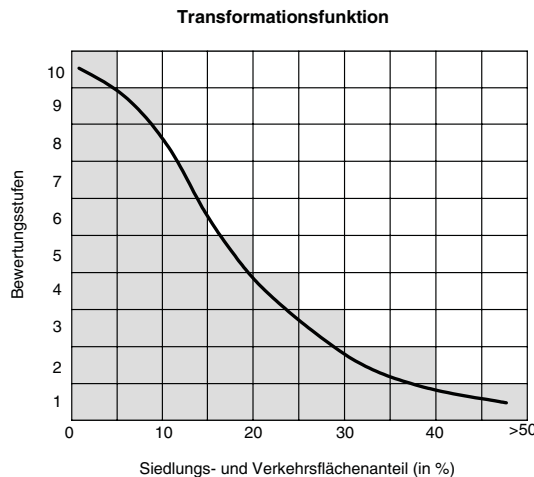
Im einfachsten Fall kann die Zuordnung von Messwerten zu Wertstufen anhand einer linearen Funktion mit dem Steigungsmaß 1 erfolgen. Dies wäre dann gerechtfertigt,

wenn ein numerisch ansteigender Messwert mit proportional zu- oder abnehmenden Wirkungen auf ein Bewertungsobjekt (z. B. ein Schutzgut des Naturschutzrechts) einhergeht. Zu fragen ist demnach beispielsweise,

- ob ein ansteigender Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil mit stetig zunehmenden Belastungen bzw. Einschränkungen naturräumlicher Funktionen einhergeht oder
- ob eine zunehmende Siedlungsdichte zu einer stetig zunehmenden Effizienz von technischen Infrastrukturen führt.

Das für das Nachhaltigkeitsbarometer entwickelte Bewertungsverfahren sieht eine zehnstufige Skala vor (1 bis 10), wobei hohe Wertstufen eine positivere Bewertung anzeigen als geringe Wertstufen. Für jeden Kernindikator wird eine individuelle Funktion vorgeschlagen, mit der die Messwerte in Wertstufen überführt werden. Abbildung 36 verdeutlicht dies am Beispiel des Indikators R1 „Flächeninanspruchnahme“.

Abbildung 36
Beispiel für die Setzung von Transformationsfunktionen am Beispiel des Indikators R1 „Flächeninanspruchnahme“ (Werte für 2004)



Quelle: Eigene Darstellung

Land	Messwert	Wertstufe
Baden-Württemberg	13,6	7
Bayern	10,8	7
Brandenburg	8,6	9
Hessen	15,1	6
Mecklenburg-Vorpommern	7,2	9
Niedersachsen	13,1	7
Nordrhein-Westfalen	21,6	4
Rheinland-Pfalz	13,8	7
Saarland	20,1	4
Sachsen	11,7	7
Sachsen-Anhalt	10,3	7
Schleswig-Holstein	12,0	7
Thüringen	9,0	9
Bund	12,8	7

Die Aggregation der für jeden Indikator gesetzten Wertstufen erfolgt anhand einer Addition der Einzelwerte, berücksichtigt dabei aber die vorgegebenen Gewichtungen der vier Indikatorengruppen.

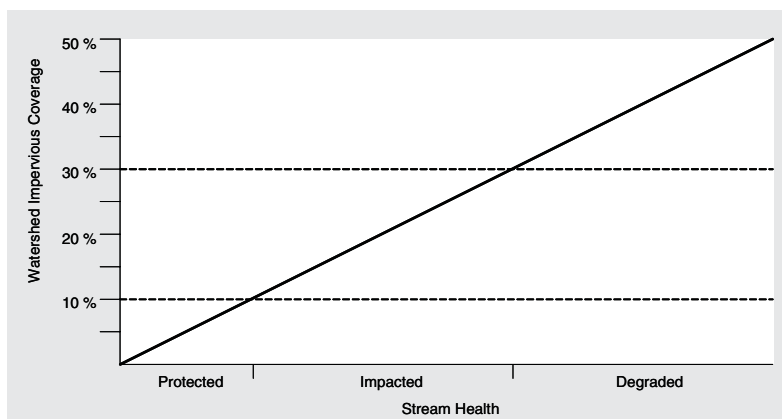
Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die in den nachfolgenden Abschnitten vorgeschlagenen Transformationsfunktionen für alle als Kernindikatoren kategorisierten Messgrößen nicht als abschließende gutachterliche Einschätzungen der Autoren dieses Berichts zu verstehen sind. Das Bewertungsinstrument „Transformationsfunktion“ ist vielmehr offen für politische Wertsetzungen, die im jeweiligen Anwendungsfall des Nachhaltigkeitsbarometers zu treffen sind. Die Setzung von Transformationsfunktionen bietet auf diese Weise die Möglichkeit, flächenpolitische Zielsetzungen und Präferenzen in transparenter Weise in der Beschreibung und Bewertung der Flächennutzung deutlich zu machen.

Transformationsfunktionen für Indikatoren zu Reduktionszielen

Wie oben ausgeführt, existieren bislang keine politisch gesetzten Richt- oder Orientierungswerte für Mengenindikatoren wie den Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil oder den Versiegelungsgrad und auch wissenschaftlich fundierte Richtwerte sind kaum verfügbar. Die Komplexität naturhaushälterischer und sozialer Zusammenhänge ist zu hoch, als dass einfache Schwellenwerte identifizierbar wären, bei deren Unterschreitung nicht mit negativen Auswirkungen auf die Schutzgüter zu rechnen ist. Auch das 30-Hektar-Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie kann nicht als wissenschaftlich basierter Safe-Minimum-Standard angesehen werden. Es ist vielmehr eine politisch gesetzte Zielmarke, die sich eher an politischer Erreichbarkeit orientiert, denn an wissenschaftlich fundierten Dosis-Wirkungs-Beziehungen.

In erster Annäherung kann daher nur davon ausgegangen werden, dass mit zunehmendem SuV-Anteil oder Versiegelungsgrad negative Veränderungen (der Schutzgüter) einhergehen. Fraglich ist aber, welche Funktionseigenschaften dieser Zusammenhang aufweist. Denkbar ist ein linear-proportionaler Zusammenhang, bei dem davon ausgegangen wird, dass jeder Zuwachs an SuV oder Bodenversiegelung mit gleichen Veränderungsraten auf der Belastungs- oder Schädigungsskala einhergeht.

Abbildung 37
Schwellenwerte der Bodenversiegelung für die gewässerökologische Bewertung



Quelle: Arnold/Gibbons 1996, S. 246

Möglich sind aber auch – wie oben ausgeführt – exponentielle oder logistische Funktionsverläufe.

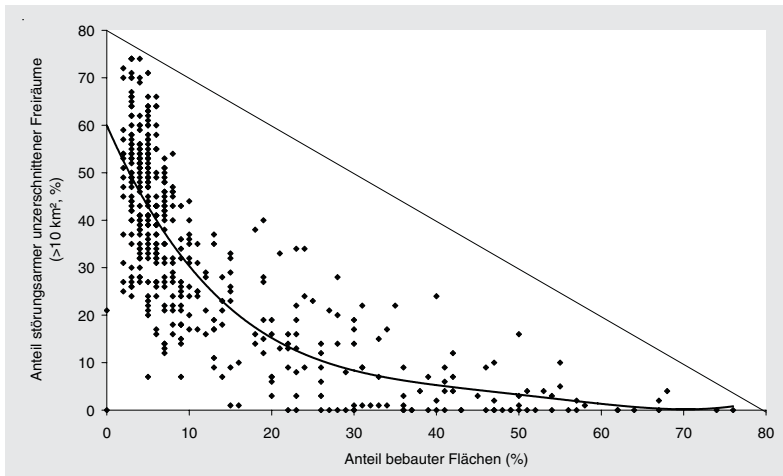
Für Gewässerökosysteme nennen Arnold und Gibbons (1996, S. 256) Schwellenwerte der Bodenversiegelung, die sie aus einer breiten Analyse limnologischer Untersuchungen abgeleitet haben (Abb. 37). Danach gilt ein Gewässer als nicht oder gering belastet, wenn der Versiegelungsgrad im Einzugsgebiet unterhalb von 10 % bleibt. Dies gilt freilich nur für bodenversiegelungsrelevante Belastungen wie diffuse Stoffeinträge von versiegelten Flächen („non-point-sources“). Oberhalb eines Versiegelungsgrades von 30 % muss von erheblichen potenziellen ökologischen Beeinträchtigungen der Gewässerqualität ausgegangen werden („degraded“). Einen ähnlichen Schwellenwert nennt Schueler (1994), nach dem ab etwa 25 % Bodenversiegelung starke Schädigungen zu erwarten sind.

Auch mit Blick auf stadtklimatische Belastungen scheint ein linear-proportionaler Bewertungsansatz angemessen. So geht Hoffmann davon aus, dass mit jeweils 10 % versiegelter Fläche an der Gesamtfläche der Stadt sich die städtische Übertemperatur um 0,2 Grad erhöht (Hoffmann 1999, S. 19). Auch wird ein stabiler Zusammenhang zwischen der zunehmenden Siedlungsbelastung der Landschaft auf der einen Seite und dem dramatischen Artenrückgang auf der anderen Seite vermutet (Waterstraat et al. 1996, S. 9).

Indes gibt es auch Anhaltspunkte für nicht-lineare Wirkungsbeziehungen. So zeigen Analysen zum Zusammenhang des Ausmaßes der Flächeninanspruchnahme und des

Abbildung 38

Beziehung zwischen dem Anteil bebauter Flächen und dem Anteil unzerschnittener, störungsarmer Freiräume >10 km² an der Gesamtfläche der Kreise und kreisfreien Städte



Quelle: (Siedentop et al. 2003, S. 168)

(53)

Als „Verlärmungszonen“ wurden dabei Pufferzonen entlang der Straßentrassen bezeichnet, deren Tiefe straßentypabhängig gebildet wurde.

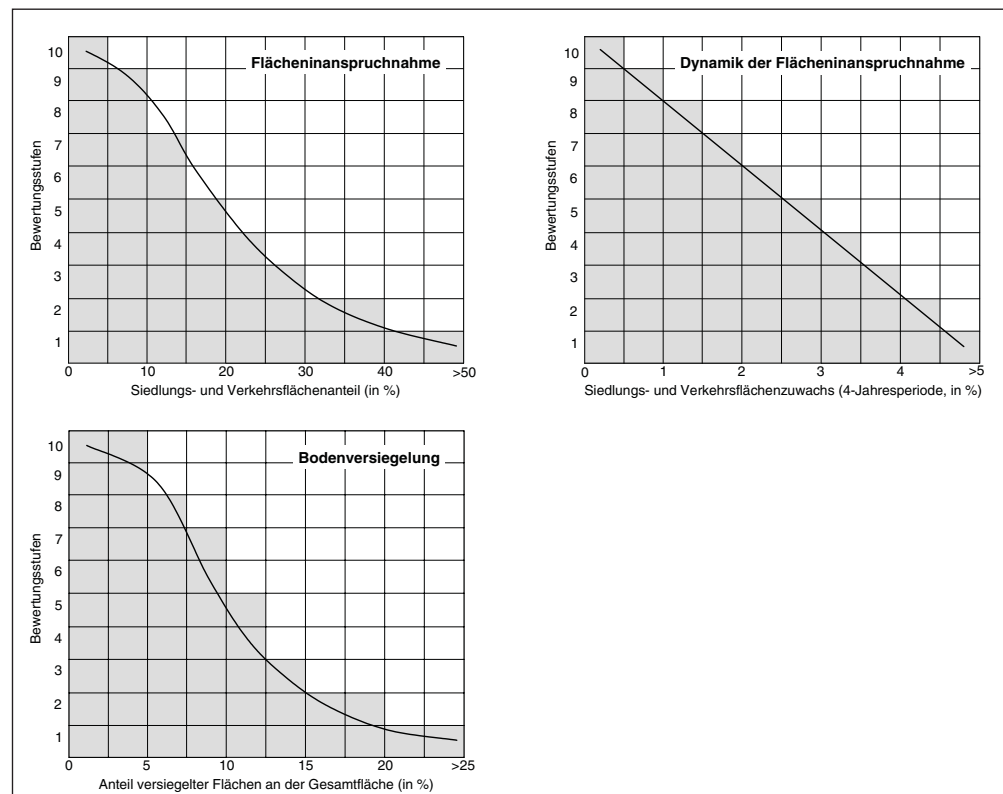
landschaftlichen Störungsgrades (Siedentop et al. 2003, S. 166 ff.; BBR 2005, S. 219), dass beide Größen in einem nicht-linearen Zusammenhang stehen. Mit fortschreitendem Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächen nimmt der Anteil größerer störungsarmer Freiräume exponentiell ab. Siedentop et al. (2003, S. 166) berechneten auf Ebene

von kreisfreien Städten und Landkreisen, dass der mittlere Anteil großer störungsarmer Freiräume in Gebietseinheiten mit Siedlungs- und Verkehrsflächenanteilen kleiner 10 % bei größer 30 bis 40 % des gesamten Freiraumbestandes liegt. Demgegenüber verfügen Kreise und kreisfreie Städte mit einem SuV-Anteil größer 30 % lediglich noch über einen Bestand von weniger als 10 % störungsarmer Freiräume (Abb. 38). Als „störungsarm“ wurden hier zusammenhängende unzerschnittene Freiräume mit einer Größe von mehr als 10 km² außerhalb der Verlärmungszonen⁵³ von Straßen angesehen. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Analysen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR 2005, S. 219; siehe auch Einig 2005). Dieser Zusammenhang lässt eine Zuordnung gemessener SuV-Anteile zu Wertstufen mit einem Proportionalitätsfaktor 1 nicht sachdienlich erscheinen. Stattdessen erscheint eine umgekehrt S-förmige Transformationsfunktion besser geeignet.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen werden für die hier vorgeschlagenen Kernindikatoren die in Abbildung 39 dargestellten Transformationsfunktionen empfohlen. Für die Indikatoren Flächenin-

Abbildung 39

Transformationsfunktionen für drei Kernindikatoren zu Reduktionszielen



Quelle: Eigene Darstellung

spruchnahme und Bodenversiegelung wird eine logistische Funktion gesetzt. Für den Indikator Dynamik der Flächeninanspruchnahme wird eine lineare Funktion vorgeschlagen.

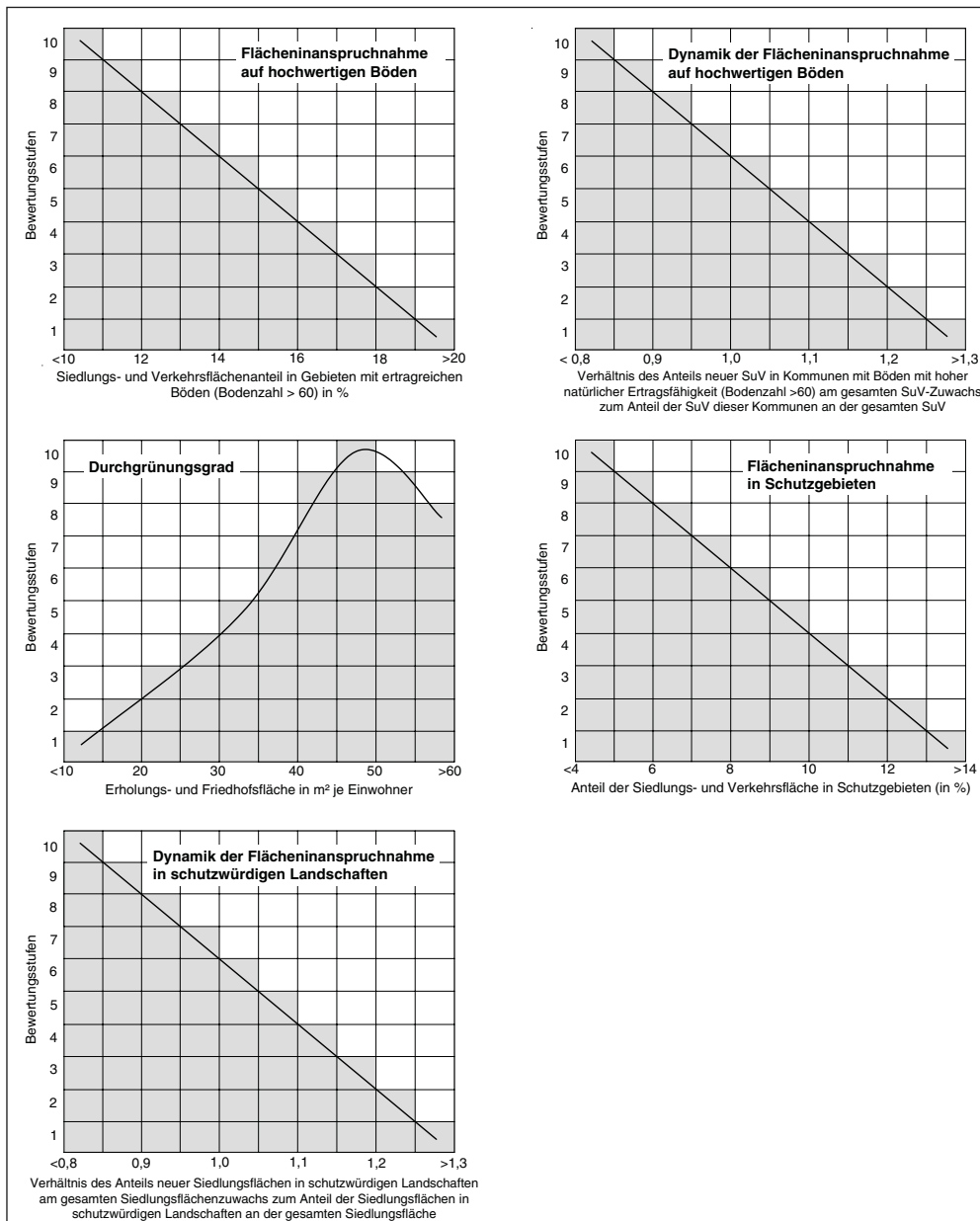
Transformationsfunktionen für Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen

Die Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen werfen besondere Probleme bei der Setzung von Transformationsfunktionen auf, da die Ausprägung der vorgeschlagenen Indikatoren nicht allein von Eigenschaften der Flächennutzung selbst, son-

dern auch von der räumlichen Verteilung schutzwürdiger Bestandteile des Naturhaushalts abhängt. Wurden beispielsweise in einem Bundesland neue Siedlungsnutzungen nur zu geringen Teilen auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit lokalisiert, so kann dies auf eine hohe Schutzintensität (z. B. durch raumordnerischen Flächenschutz) zurückzuführen sein. Denkbar ist aber auch, dass das betreffende Bundesland aufgrund der natürlichen Verteilung solcher Böden nur über einen sehr geringen Ressourcenbestand verfügt.

Für die 5 Kernindikatoren werden die in Abbildung 40 dargestellten Transformations-

Abbildung 40 Transformationsfunktionen für fünf Kernindikatoren zu den Erhaltungs- und Schutzzielen



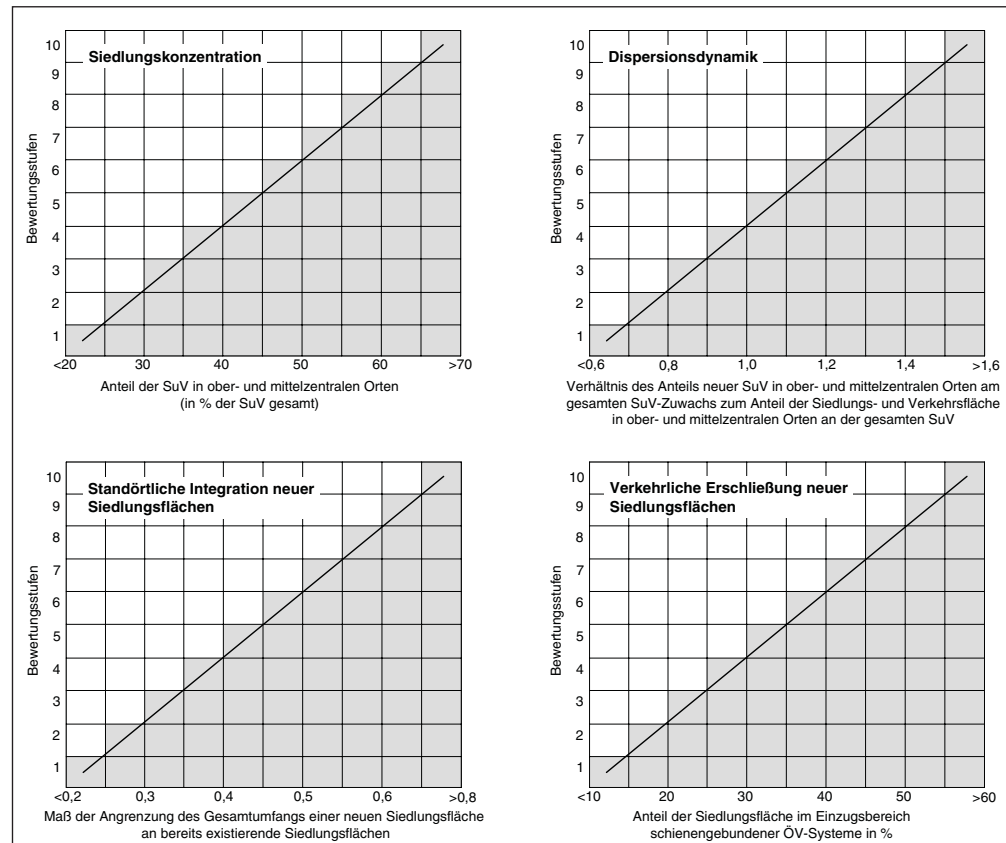
Quelle: Eigene Darstellung

funktionen vorgeschlagen. Bei den Indikatoren „Flächeninanspruchnahme auf hochwertigen Böden“, „Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf hochwertigen Böden“ sowie „Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften“ wurden einfache lineare Funktionen gesetzt, orientiert am Bundeswert der jeweiligen Indikatoren. Beim Indikator „Durchgrünungsgrad“ wird demgegenüber der Einsatz einer komplexeren Funktion als sinnvoll erachtet, ausgehend von der Annahme, dass bei zunehmender Durchgrünung des Siedlungsraumes ein Sättigungspunkt erreicht wird, bei dessen Überschreitung keine zusätzlichen positiven Wirkungen mehr zu erwarten sind. Im Gegenteil, ein sehr hoher Grünflächenanteil kann mit Einbußen der Urbanität städtischer Siedlungsräume einhergehen – hier wird ein Schwellenwert 50 m² je Einwohner angesetzt, bei dessen Überschreitung eine geringere Wertstufe vergeben wird.

Transformationsfunktionen für Indikatoren zu Standort- und Strukturzielen

Die Diskussion von Struktur- und Formeigenschaften im Rahmen der Bewertung von Eigenschaften der Flächennutzung wird erst seit wenigen Jahren intensiver geführt. Bislang ging es vor allem darum, geeignete Messverfahren zu entwickeln, mit denen relevante strukturelle Eigenschaften wie die Dispersion von Siedlungsflächen im Raum oder die Form von Siedlungsnutzungen überhaupt beschrieben werden können. Die Bewertung der dabei erzielten Messergebnisse war demgegenüber bislang kaum Gegenstand intensiver Forschung. Auch in der US-amerikanischen Sprawl-Debatte dominiert noch eine deskriptiv-analytische Perspektive. Wenn Wertungen vorgenommen werden, dann allenfalls als einfache „Richtungsnormen“ („je disperser, desto schlechter“, „je fraktaler, desto ungünstiger“).

Abbildung 41
Transformationsfunktionen für vier Kernindikatoren zu Standort- und Strukturzielen



Quelle: Eigene Darstellung

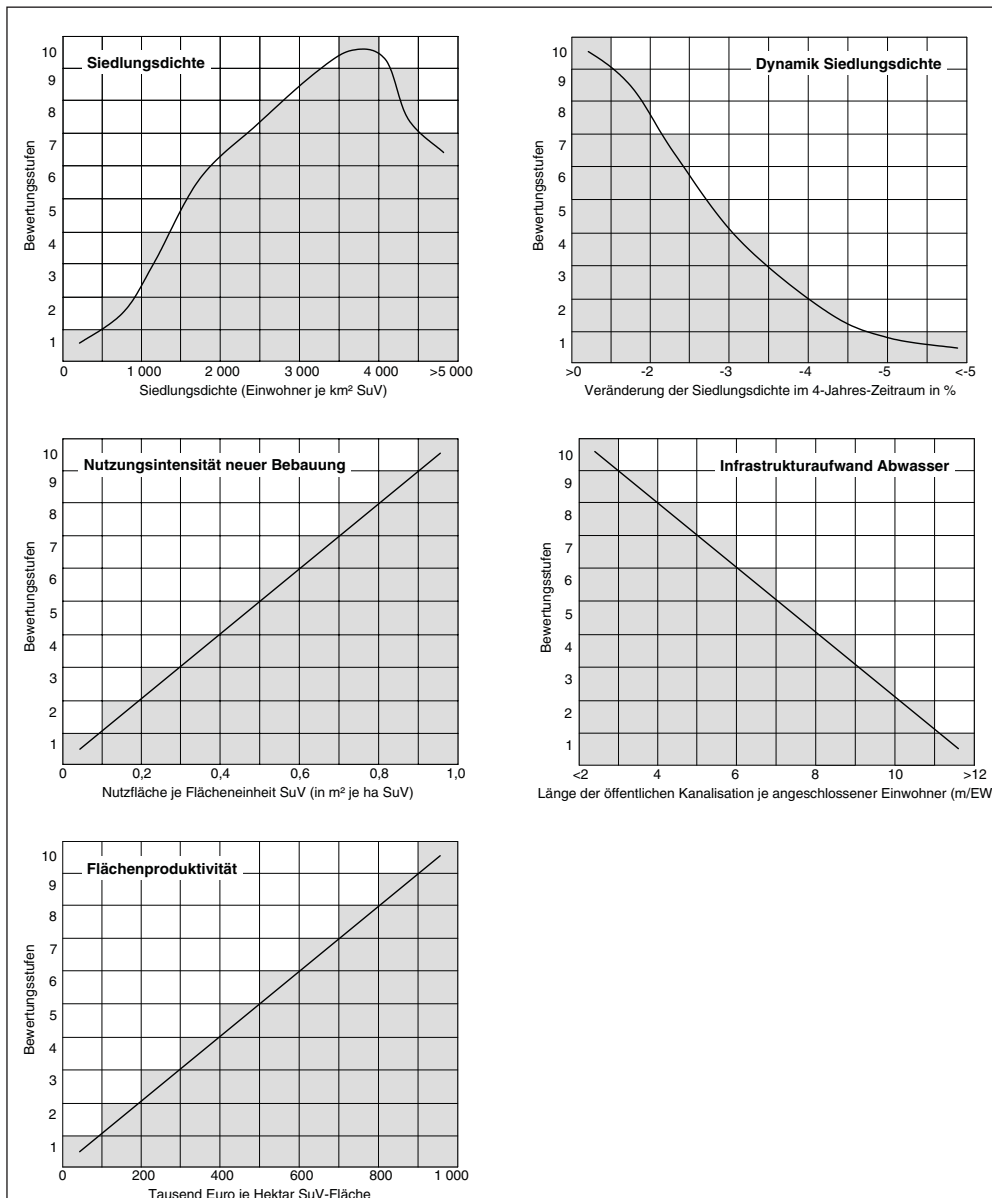
Vor diesem Hintergrund orientieren sich die unten dargestellten Transformationsfunktionen in der Regel an den Durchschnittswerten von Bund und Ländern, mit denen Abweichungen nach unten oder oben negativ oder positiv gewertet werden (Abb. 41).

Transformationsfunktionen für Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen

Wie für die anderen Indikatorengruppen gilt auch für die Indikatoren zu Effizienzzielen, dass politisch gesetzte oder wissenschaftlich abgesicherte Ziel- oder Schwellenwerte kaum verfügbar sind. Nach Kenntnis der Autoren hat sich bisher nur die

Schweiz auf ein Dichteziel verständigt – danach soll die Siedlungsdichte der Schweiz bei 400 m² Siedlungsfläche pro Einwohner stabilisiert werden (Schweizerischer Bundesrat 2002). In Deutschland existiert ein solches Ziel dagegen nicht. Auch aus der ingenieurwissenschaftlichen Literatur lassen sich nur sehr eingeschränkt Normen ableiten, mit denen die wirtschaftliche Tragfähigkeit oder Funktionsfähigkeit technischer Systeme (z. B. ÖPNV oder Abwasserentsorgung) in Abhängigkeit von Eigenschaften der Siedlungsstruktur zu bewerten wäre. Die meisten diesbezüglich relevanten Studien wurden vonseiten der Verkehrswissenschaft vorgelegt. Aus den verfügbaren Arbeiten können indes keine

Abbildung 42
Transformationsfunktionen für fünf Kernindikatoren zu Nutzungseffizienzzielen



Quelle: Eigene Darstellung

(54)

Newman/Kenworthy (1989, S. 29) identifizierten basierend auf einem internationalen Städtesample einen Dichtewert von 30 bis 40 Einwohner je Hektar Siedlungsfläche, bei dessen Unterschreitung der Verkehrsenergieverbrauch stark ansteigt. Newman (1992, S. 292) nennt eine Schwelle von 20 bis 30 Einwohnern je Hektar, unterhalb der die Pkw-Nutzung deutlich zunimmt und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel stark zurückgeht. Auch der Anteil von Fuß- und Radwegen sinke unterhalb eines Dichtebereiches von 20 bis 30 Einwohnern je Hektar Siedlungsfläche (ebd.). Für britische Städte kommt Banister (1999, S. 316) zu einem Dichtewert von 15 Einwohnern je Hektar. Unterhalb dieses Wertes steige die Wegelänge um bis zu 35 %. Campoli und McLean (2004) nennen verkehrssystemspezifische Dichteschwellen für einen ökonomisch tragfähigen Betrieb öffentlicher Verkehrsangebote. Danach setzt ein minimaler Busbetrieb (ein Bus pro Stunde) eine Dichte von 10 bis 15 Wohneinheiten je Hektar Bruttowohnbauland voraus. Schienenverkehrsangebote mit höherer Taktfrequenz erfordern hingegen Mindestdichten von 25 bis 40 Wohnungen je Hektar (siehe auch Holtzclaw 1994 mit zahlreichen weiteren Nachweisen). Bertaud und Richardson (2004) sehen – basierend auf Untersuchungen in den USA und Westeuropa – eine Mindestdichte von 30 Personen je Hektar für eine ökonomisch tragfähige und attraktive ÖV-Bedienung. Frank et al. (1994) stellen im Gegensatz zu anderen Forschungsarbeiten auf die Bevölkerungsdichte ab und nennen eine Mindestdichte von 80 bis 100 Einwohner je km² für einen effizienten ÖPNV. Auch für technische Infrastrukturen lassen sich in der Literatur Angaben zu Mindestdichten ableiten. Bei Unterschreitung einer Geschossflächenzahl von etwa 0,5 bzw. einer Wohnungsdichte von 40 Wohnungen je Hektar Nettobauland steigen die Infrastrukturaufwendungen je Wohneinheit stark an (Schiller/Siedentop 2005; Schiller 2002; Gassner et al. 1986). Bei der Fernwärmeversorgung wird von einer Mindestdichte in Höhe von 25 bis 30 MW je km² (Wärmebedarfsdichte) ausgegangen, was einer GFZ von etwa 0,8 entsprechen dürfte (Siedentop et al. 2006, S. 97).

einfachen Ableitungen von Mindest- oder Maximaldichten vorgenommen werden, bei deren Unter- bzw. Überschreitung mit negativ bewerteten Veränderungen des Verkehrsaufwandes oder der Verkehrsstruktur zu rechnen ist.⁵⁴ In jedem Fall dürfte aber eine lineare Funktion unangemessen sein, da bei Überschreitung einer bestimmten Dichte mit negativen Wirkungen wie Einbußen der städtischen Lebensqualität zu rechnen ist. Vor diesem Hintergrund erscheint beim Indikator „Siedlungsdichte“ eine umgekehrt U-förmige Funktion zutreffend. Dabei wird davon ausgegangen, dass unterhalb einer Siedlungsdichte von 1 500 Einwohnern je km² SuV die wirtschaftliche Tragfähigkeit technischer Infrastrukturleistungen deutlich abnimmt und auch mit einer erhöhten Verkehrsintensität des Siedlungssystems zu rechnen ist. Oberhalb eines Dichtewertes von 4 000 Einwohnern je km² werden demgegenüber dichtebedingte Einschränkungen der Lebensqualität wie Freiraumdefizite vermutet. Mit Ausnahme der Dynamik Siedlungsdichte (N2) werden für die anderen Indikatoren zu Nutzungseffizienzigenschaften demgegenüber einfache lineare Funktionen vorgeschlagen (Abb. 42).

4.3 Test des Bilanzierungsverfahrens

Die in Abschnitt 4.2 vorgestellten Verfahren der Indizierung von Einzelindikatoren sowie der Teil- und Gesamtbilanzierung werden nun beispielhaft auf unterschiedlichen politisch-administrativen Ebenen angewandt. Es erfolgt

- ein Test auf Ebene der Bundesländer mit einer räumlichen Indizierung, bei der der Bundesdurchschnitt als Referenzwert dient,
- eine zeitliche Indizierung auf Bundesebene, in die Daten aus mehreren Zeiträumen eingehen sowie
- ein Test der Transformationsfunktionen in den beiden Testlandkreisen Wesel und Meißen.

Nach einem Exkurs zum Vergleich der Flächennutzung in Deutschland und Großbritannien, in den einige der in Kapitel 3 vorgeschlagenen Indikatoren eingingen, werden schließlich – ebenfalls in diesem Abschnitt – wesentliche Ergebnisse der Kapitel 3 und 4 im Hinblick auf einzelne flächenpolitische Ziele zusammengefasst.

Tabelle 58 gibt einen Überblick über den Realisierungsstand des Indikatorensystems. Die Testläufe beziehen nicht alle realisierten Indikatoren ein; berücksichtigt werden nach Möglichkeit alle Kernindikatoren sowie jene Ergänzungsindikatoren, für die Daten vorlagen.

Test der räumlichen Indizierung und Bilanzierung (Bundesländer)

Die Indizes der Indikatoren auf Landesebene werden mit dem jeweiligen Bundesdurchschnitt in Beziehung gesetzt. Insgesamt bezieht der Testlauf 23 Indikatoren ein, drei zu Reduktionszielen, sieben zu Erhaltungs- und Schutzziele, sechs zu nutzungsstrukturellen Zielen und sieben zu Nutzungseffizienzzielen. Bis auf wenige Ausnahmen konnten alle Kernindikatoren einbezogen werden, daneben auch einige Ergänzungsindikatoren (vgl. Tab. 59).

Tabelle 59

Test Räumliche Indizierung und Bilanzierung: Verwendete Indikatoren

Indikatoren zu Reduktionszielen
<ul style="list-style-type: none"> • Flächeninanspruchnahme (R1) • Dynamik Flächeninanspruchnahme (R2) • Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme (R3)
Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzziele
<ul style="list-style-type: none"> • Flächeninanspruchnahme auf landwirtschaftlich hochwertigen Böden (E1) • Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf landwirtschaftlich hochwertigen Böden (E2) • Durchgrünung des Siedlungsraumes (E3) • Unzerschnittene Räume (E6) • Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (E8) • Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (E9)
Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen
<ul style="list-style-type: none"> • Siedlungskonzentration (S1) • Dispersionsdynamik (S2) • Standortliche Integration neuer Siedlungsflächen (S3) • Zerklüftungsgrad (S4) • Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen (S8) • Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen (S9)
Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen
<ul style="list-style-type: none"> • Siedlungsdichte (N1) • Dynamik Siedlungsdichte (N2) • Nutzungsintensität neuer Bebauung (N3) • Infrastrukturaufwand Abwasser (N7) • Flächenproduktivität (N9) • Dynamik der Flächenproduktivität (N10) • Nutzungsdichte (N11)

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 58

Umsetzung der Indikatoren in den Testläufen des Nachhaltigkeitsbarometers (realisierte Indikatoren sind dunkelgrau untersetzt)

	Indikator	K/E	Typ	Testlauf (Raum)		
				Bund/ Land	Raum- struktur- typen	Test- gebiete
R1	Flächeninanspruchnahme	K	NM			
R2	Dynamik Flächeninanspruchnahme	K	NÄ			
R3	Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme	E	NÄ			
R4	Bodenversiegelung	K	NM	–	–	
R5	Dynamik Bodenversiegelung	E	NÄ	–	–	–
R6	Entsiegelung	E	NÄ	–	–	–
E1	Flächeninanspruchnahme auf landw. hochw. Böden	K	NÄ			
E2	Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf landwirtschaftlich hochwertigen Böden	K	NÄ			–
E3	Durchgrünung des Siedlungsraums	K	NM			
E4	Veränderung der Durchgrünung des Siedlungsraums	E	NÄ			
E5	Waldversorgung				(x)	(x)
E6	Unzerschnittene Räume	E	NM		–	–
E7	Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten	K	NÄ	–	–	
E8	Flächeninanspruchnahme in schutzw. Landschaften	E	NM			
E9	Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften	K	NÄ			
E10	Baulandpotenzial	E	NM	–	–	
S1	Siedlungskonzentration	K	NM			
S2	Dispersionsdynamik	K	NÄ			
S3	Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen	K	NÄ			–
S4	Zerklüftungsgrad	E	NM		(x)	(x)
S5	Baulandreserven	E	NM	–	–	
S6	Brachflächen	E	NM	–	–	–
S7	Wiedernutzung Brachflächen	E	NÄ	–	–	–
S8	Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen	E	NM			
S9	Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen	K	NÄ			
S10	Landschaftszerschneidung	K	NM		(x)	(x)
S11	Dynamik der Landschaftszerschneidung	E	NÄ	–	–	–
N1	Siedlungsdichte	K	NM			
N2	Dynamik Siedlungsdichte	K	NÄ			
N3	Nutzungsintensität neuer Bebauung	K	NÄ		–	
N4	Wohnflächenausstattung	E	NM		–	
N5	Bebauungsintensität	E	NÄ		(x)	
N6	Verhältnis Wohnungsneubau zu Leerstand	E	NÄ	(x)	(x)	(x)
N7	Infrastrukturaufwand Abwasser	E	NÄ		–	
N8	Dynamik Infrastrukturaufwand Abwasser	E	NÄ		–	
N9	Flächenproduktivität	K	NM		–	
N10	Dynamik Flächenproduktivität	E	NÄ		–	
N11	Nutzungsdichte	E	NM		(x)	

– = Realisierung derzeit nicht möglich (x) = Realisierung möglich, aber im Projekt nicht geleistet

Quelle: Eigene Darstellung

Die auf die einzelnen Indikatoren bezogenen Indizes werden zu zwei Gesamtbilanzierungsindizes für Nutzungsmuster (NM – statische Perspektive) und Nutzungsände-

rung (NÄ – dynamische Perspektive) zusammengefasst. Diese beiden Indizes wurden nicht zu einem Index aggregiert. Innerhalb der beiden „Gruppen“ (Nutzungsmus-

ter, Nutzungsänderung) werden Teilbilanzierungsindizes für jede der vier Indikatorenkategorien (Reduktion, Erhaltung und Schutz, Nutzungsstruktur, Nutzungseffizienz) gebildet, in den die Indexwerte der Indikatoren mit identischem Gewicht eingehen. Gleiches gilt für die Aggregation der Indizes der vier Kategorien zum Gesamtindex. Für die Indizierung der Einzelindikatoren und der Gesamtbilanz wurde der Bundesdurchschnitt gleich 100 gesetzt. Da die vier Indikatorenkategorien mit gleichem Anteil, d. h. jeweils zu 25 %, in die Gesamtbilanz

eingehen, wurde für die Indexbildung der Kategorien der Bundesdurchschnitt gleich 25 gesetzt. Ein Wert >25 zeigt eine positive Abweichung vom Bundesdurchschnitt an, Werte <25 eine entsprechend negativ zu interpretierende Abweichung. Entsprechend verhält es sich bei den Indikatoren und Indizes, bei denen der Bundesdurchschnitt gleich 100 gesetzt wurde.

Die nachfolgenden Tabellen stellen alle indikatorbezogenen Einzelindizes und die gruppenbezogenen Indizes zusammen (Tab. 60-67, Quelle: Eigene Darstellung).

Tabelle 60
Indikatoren zu Reduktionszielen – Nutzungsmuster: Messergebnisse und Indizes

Land	R1		Index R-NM
	Messwert	Index	
Baden-Württemberg	13,60	93	23,25
Bayern	10,80	115	28,75
Brandenburg	8,60	133	33,25
Hessen	15,10	79	19,75
Mecklenburg-Vorpommern	7,20	146	36,50
Niedersachsen	13,10	97	24,25
Nordrhein-Westfalen	21,60	30	7,50
Rheinland-Pfalz	13,80	91	22,75
Saarland	20,10	40	10,00
Sachsen	11,70	109	27,25
Sachsen-Anhalt	10,30	124	31,00
Schleswig-Holstein	12,00	109	27,25
Thüringen	9,00	129	32,25
Bund	12,80	100	25,00

R1: Flächeninanspruchnahme (SuV-Anteil in %, 2004)

Tabelle 61
Indikatoren zu Reduktionszielen – Nutzungsänderung: Messergebnisse und Indizes

Land	R2		R3		Index R-NÄ
	Messwert	Index	Messwert	Index	
Baden-Württemberg	3,21	116	0,42	111	28,35
Bayern	3,58	107	0,37	121	28,48
Brandenburg	4,94	71	0,40	115	23,24
Hessen	1,83	152	0,27	143	36,85
Mecklenburg-Vorpommern	8,23	0	0,55	83	10,37
Niedersachsen	3,49	109	0,44	106	26,91
Nordrhein-Westfalen	3,11	119	0,65	62	22,56
Rheinland-Pfalz	3,17	117	0,42	111	28,48
Saarland	2,09	145	0,41	113	32,27
Sachsen	3,63	105	0,41	113	27,25
Sachsen-Anhalt	9,76	0	0,91	6	0,80
Schleswig-Holstein	7,00	17	0,78	34	6,41
Thüringen	2,24	142	0,20	157	37,37
Bund	3,83	100	0,47	100	25,00

R2: Dynamik der Flächeninanspruchnahme (SuV-Zuwachs in %, 2001-2004)

R3: Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme (Zuwachs der SuV-Fläche in ha/km² Katasterfläche, 2001-2004)

Tabelle 62
Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzziele – Nutzungsmuster: Messergebnisse und Indizes

Land	E1		E3		E6		E8		Index E-NM
	Messwert	Index	Messwert	Index	Messwert	Index	Messwert	Index	
Baden-Württemberg	15,94	92	28	67	10,7	48	7,47	48	15,89
Bayern	10,39	130	29	69	19,6	88	4,32	112	24,88
Brandenburg	–*	–	55	131	53,0	200	4,40	110	36,76
Hessen	18,82	73	35	83	12,5	56	4,22	114	20,36
Mecklenburg-Vorpommern	–*	–	96	200	53,8	200	3,40	131	44,22
Niedersachsen	13,93	106	57	136	18,8	84	4,30	112	27,35
Nordrhein-Westfalen	28,29	9	34	81	3,3	15	6,95	58	10,15
Rheinland-Pfalz	18,41	75	81	193	15,8	71	6,16	74	25,82
Saarland	–*	–	29	69	–**	–	7,65	44	14,11
Sachsen	9,99	132	37	88	23,8	106	5,15	95	26,35
Sachsen-Anhalt	11,66	121	114	200	29,2	130	3,50	129	36,25
Schleswig-Holstein	9,43	136	50	119	9,5	42	3,53	128	26,60
Thüringen	8,86	140	33	79	41,0	183	3,66	125	32,93
Bund	14,78	100	42	100	22,4	100	4,90	100	25,00

* keine Böden mit hoher landwirtschaftlicher Ertragsfähigkeit ** kein Wert aufgrund geringer Flächengröße des Landes

E1: Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Kommunen mit Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Bodenzahl >60) in %, 2001)

E3: Durchgrünung des Siedlungsraumes (Erholungs- und Friedhofsfläche in m² je Einwohner, 2004)

E6: Unzerschnittene Freiräume (Anteil unzerschnittener, verkehrsarmer Freiräume >100 km² an der Gesamtfläche, 2002) (BfN 2002)

E8: Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in schutzwürdigen Landschaften, 2000)

Tabelle 63
Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzziele – Nutzungsänderung: Messergebnisse und Indizes

Land	E2		E9		Index E-NÄ
	Messwert	Index	Messwert	Index	
Baden-Württemberg	1,06	99	1,01	110	26,08
Bayern	1,04	101	1,00	111	26,49
Brandenburg	–*	–	1,07	105	26,32
Hessen	0,97	107	1,10	102	26,24
Mecklenburg-Vorpommern	–*	–	1,06	105	26,37
Niedersachsen	1,03	102	1,11	101	25,45
Nordrhein-Westfalen	1,05	100	1,45	71	21,41
Rheinland-Pfalz	1,09	97	1,03	109	25,64
Saarland	–*	–	2,12	12	2,99
Sachsen	0,86	118	0,92	119	29,60
Sachsen-Anhalt	1,33	74	1,17	96	21,22
Schleswig-Holstein	0,88	117	0,87	123	29,90
Thüringen	0,73	130	1,05	107	29,57
Bund	1,05	100	1,12	100	25,00

* keine Böden mit hoher landwirtschaftlicher Ertragsfähigkeit

E2: Dynamik der Flächeninanspruchnahme auf landwirtschaftlich hochwertigen Böden (Verhältnis des Anteils neuer SuV in Kommunen mit Böden hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (Bodenzahl >60) am gesamten SuV-Zuwachs zum Anteil der SuV dieser Kommunen an der gesamten SuV, 1997-2001)

E9: Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften (Verhältnis des Anteils neuer Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaften am gesamten Siedlungsflächenzuwachs zum Anteil der Siedlungsflächen in schutzwürdigen Landschaften an der gesamten Siedlungsfläche, 1990-2000)

Tabelle 64

Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen – Nutzungsmuster: Messergebnisse und Indizes

Land	S1		S8		S4		Index S-NM
	Messwert	Index	Messwert	Index	Messwert	Index	
Baden-Württemberg	37,50	86	41,7	123	3,98	104	25,41
Bayern	31,90	74	36,6	108	3,39	89	24,37
Brandenburg	37,20	86	27,5	81	3,58	94	22,74
Hessen	48,80	112	41,7	123	4,04	106	27,45
Mecklenburg-Vorpommern	21,10	49	27,8	82	3,27	86	20,40
Niedersachsen	34,40	79	22,3	66	3,84	101	20,35
Nordrhein-Westfalen	76,00	175	32,8	97	4,33	114	29,85
Rheinland-Pfalz	24,00	55	35,7	105	3,93	103	21,45
Saarland	46,60	107	36,6	108	5,49	144	22,60
Sachsen	40,30	93	37,2	110	4,82	127	23,01
Sachsen-Anhalt	29,80	69	35,0	103	3,59	94	23,14
Schleswig-Holstein	25,80	59	25,3	75	3,75	98	19,64
Thüringen	30,60	71	34,3	101	3,84	101	22,57
Bund	43,40	100	33,9	100	3,81	100	25,00

S1: Siedlungskonzentration (Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in ober- und mittelzentralen Orten am Gesamtbestand der Siedlungs- und Verkehrsfläche in %, 2001)

S8: Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen (Anteil neuer Siedlungsflächen im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Angebote (U-Bahn, Straßenbahn 0,9 km; S-Bahn, Regionaler Schienenverkehr 1,2 km Radius) in %, 2000)

S4: Zerklüftungsgrad (Verhältnis des Umfangs der Siedlungsflächen einer Gebietseinheit zum Umfang eines Kreises mit gleichem Flächeninhalt, 2000)

Tabelle 65

Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen – Nutzungsänderung: Messergebnisse und Indizes

Land	S2		S3		S9		Index S-NÄ
	Messwert	Index	Messwert	Index	Messwert	Index	
Baden-Württemberg	1,12	97	0,29	107	25,44	131	28,47
Bayern	1,07	101	0,27	100	18,94	97	24,68
Brandenburg	0,91	116	0,22	81	15,65	80	20,53
Hessen	1,02	105	0,29	107	27,54	142	28,65
Mecklenburg-Vorpommern	0,87	120	0,23	85	18,95	97	21,90
Niedersachsen	1,04	104	0,32	119	15,33	79	24,44
Nordrhein-Westfalen	1,38	72	0,34	126	17,23	89	28,53
Rheinland-Pfalz	1,11	97	0,23	85	19,35	99	23,93
Saarland	1,28	81	0,28	104	20,84	107	27,47
Sachsen	0,80	126	0,25	93	22,50	116	23,52
Sachsen-Anhalt	0,97	110	0,25	93	21,55	111	24,42
Schleswig-Holstein	1,10	98	0,30	111	14,85	76	24,09
Thüringen	0,94	113	0,19	70	21,46	110	22,30
Bund	1,08	100	0,27	100	19,45	100	25,00

S2: Dispersionsdynamik (Verhältnis des Anteils neuer SuV in unter- und nicht-zentralen Orten am gesamten SuV-Zuwachs zum Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche in nicht- und unterzentralen Orten an der gesamten SuV, 1997-2001)

S3: Standörtliche Integration neuer Siedlungsflächen (Maß der Angrenzung des Gesamtumfangs einer neuen Siedlungsfläche an bereits existierende Siedlungsflächen in %, 1990-2000)

S9: Verkehrliche Erschließung neuer Siedlungsflächen (Anteil neuer Siedlungsflächen im Einzugsbereich schienengebundener ÖV-Systeme in %, 1990-2000)

Tabelle 66

Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen – Nutzungsmuster: Messergebnisse und Indizes

Land	N1		N7		N9		N11		Index N-NM
	Messwert	Index	Messwert	Index	Messwert	Index	Messwert	Index	
Baden-Württemberg	2 201	122	6,20	101	600	136	57,04	120	29,86
Bayern	1 636	90	6,92	89	470	106	45,38	95	23,81
Brandenburg	1 013	56	7,36	82	165	37	27,98	59	14,62
Hessen	1 908	106	5,89	106	575	130	53,57	112	28,35
Mecklenburg-Vorpommern	1 024	57	7,49	80	165	37	29,36	62	14,71
Niedersachsen	1 284	71	5,36	114	274	62	32,94	69	19,75
Nordrhein-Westfalen	2 453	136	5,00	120	605	137	57,18	120	32,01
Rheinland-Pfalz	1 482	82	7,13	86	324	73	49,51	104	21,55
Saarland	2 044	113	6,96	88	471	107	46,16	97	25,30
Sachsen	2 000	111	5,81	107	344	78	49,96	105	25,00
Sachsen-Anhalt	1 187	66	6,95	89	201	46	35,71	75	17,16
Schleswig-Holstein	1 502	83	8,50	64	332	75	38,10	80	18,85
Thüringen	1 625	90	5,68	109	268	61	48,54	102	22,57
Bund	1 808	100	6,24	100	442	100	47,70	100	25,00

N1: Siedlungsdichte (Einwohner je km² Siedlungs- und Verkehrsfläche, 2004)

N7: Infrastrukturaufwand Abwasser (Leitungslänge Abwasserkanal je angeschlossener Einwohner in Meter je Einwohner, 2001)

N9: Flächenproduktivität (Bruttowertschöpfung je Hektar SuV-Fläche in Tsd. Euro je Hektar, 2004)

N11: Nutzungsdichte (Einwohner und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte je Hektar Siedlungs- und Verkehrsfläche, 2003/2004)

Tabelle 67

Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen – Nutzungsänderung: Messergebnisse und Indizes

Land	N2		N3		N10		Index N-NÄ
	Messwert	Index	Messwert	Index	Messwert	Index	
Baden-Württemberg	-2,1	142	0,43	200	-0,06	196	44,79
Bayern	-2,6	128	0,34	162	0,82	200	40,81
Brandenburg	-5,6	44	0,17	81	-6,74	0	10,45
Hessen	-1,5	158	0,58	200	-0,43	170	44,01
Mecklenburg-Vorpommern	-9,7	0	0,27	129	-8,79	0	10,71
Niedersachsen	-2,8	122	0,23	110	-3,16	0	19,31
Nordrhein-Westfalen	-2,9	119	0,47	200	-0,53	162	40,13
Rheinland-Pfalz	-2,8	122	0,31	148	-1,34	105	31,24
Saarland	-3,0	117	0,30	143	0,25	200	38,29
Sachsen	-5,4	50	0,36	171	1,36	200	35,12
Sachsen-Anhalt	-11,9	0	0,11	52	-5,44	0	4,37
Schleswig-Holstein	-5,7	42	0,09	43	-4,80	0	7,04
Thüringen	-4,5	75	0,42	200	-0,62	156	35,95
Bund	-3,6	100	0,21	100	-1,41	100	25,00

N2: Dynamik Siedlungsdichte (Veränderung der Einwohnerzahl je km² SuV-Fläche 2001 bis 2004 in %)N3: Nutzungsintensität neuer Bebauung (Verhältnis von Nettonutzfläche neu gebauter Gebäude zu neuer Gebäude- und Freifläche, 2001-2004, m² je m²)

N10: Dynamik Flächenproduktivität (Veränderung der Bruttowertschöpfung je ha SuV-Fläche in %, 2001-2004)

Die beiden folgenden Tabellen stellen die in den vorangegangenen Tabellen ausgewiesenen Teilbilanzierungsindizes zusammen (Tab. 68) und aggregieren deren Werte zu je einem Gesamtbilanzierungsindex für Flächennutzungsmuster (R-NM) und Flächennutzungsänderungen (R-NÄ) (Tab. 69).

Tabelle 68
Indizes für die vier Indikatorengruppen, getrennt nach Indikatoren zu Nutzungsmuster und Nutzungsänderungen
(in oranger Unterlegung negative, in grüner Unterlegung positive Abweichungen vom Bundesmittel)

Bundesland	Reduktionsziele		Erhaltungs- und Schutzziele		Nutzungsstrukturelle Ziele		Nutzungs-effizienzziele	
	R-NM	R-NÄ	R-NM	R-NÄ	R-NM	R-NÄ	R-NM	R-NÄ
Baden-Württemberg	23,25	28,35	15,89	26,08	26,11	28,47	29,86	44,79
Bayern	28,75	28,48	24,88	26,49	23,68	24,68	23,81	40,81
Brandenburg	33,25	23,24	36,76	26,32	22,65	20,53	14,62	10,45
Hessen	19,75	36,85	20,36	26,24	28,18	28,65	28,35	44,01
Mecklenburg-Vorpommern	36,50	10,37	44,22	26,37	19,86	21,90	14,71	10,71
Niedersachsen	24,25	26,91	27,35	25,45	19,96	24,44	19,75	19,31
Nordrhein-Westfalen	7,50	22,56	10,15	21,41	30,21	28,53	32,01	40,13
Rheinland-Pfalz	22,75	28,48	25,82	25,64	21,85	23,93	21,55	31,24
Saarland	10,00	32,27	14,11	2,99	25,00	27,47	25,30	38,29
Sachsen	27,25	27,25	26,35	29,60	23,93	23,52	25,00	35,12
Sachsen-Anhalt	31,00	0,80	36,25	21,22	23,57	24,42	17,16	4,37
Schleswig-Holstein	27,25	6,41	26,60	29,90	18,82	24,09	18,85	7,04
Thüringen	32,25	37,37	32,93	29,57	23,05	22,30	22,57	35,95
Bund	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 69
Gesamtbilanzierung der Indizes, getrennt nach Flächennutzungsmuster und Flächennutzungsänderungen
(in oranger Unterlegung negative, in grüner Unterlegung positive Abweichungen vom Bundesmittel)

Bundesland	Gesamtbilanzierungsindex Nutzungsmuster	Gesamtbilanzierungsindex Nutzungsänderungen
Baden-Württemberg	95	128
Bayern	101	120
Brandenburg	107	81
Hessen	97	136
Mecklenburg-Vorpommern	115	69
Niedersachsen	91	96
Nordrhein-Westfalen	80	113
Rheinland-Pfalz	92	109
Saarland	74	101
Sachsen	103	115
Sachsen-Anhalt	108	51
Schleswig-Holstein	92	67
Thüringen	111	125
Bund	100	100

Quelle: Eigene Darstellung

Test der zeitlichen Bilanzierung (Bund)

Neben der Bewertung des Zustandes der Flächennutzung und ihrer Veränderung in vergleichsweise kurzen Bilanzperioden (ein bis vier Jahre) zielt das Nachhaltigkeitsbarometer auch auf eine Bewertung längerfristiger Trends. Eine solche Bilanzierung sucht nach Antworten auf die Frage, ob sich die Flächennutzung über einen längeren Zeitraum im Sinne der in Kapitel 2 dieser Studie zusammengefassten Ziele verändert. Dazu muss für Indikatoren, für eine solche längerfristige Trendeinschätzung möglich ist, zunächst eine vorgegebene Entwicklungsrichtung definiert werden. Anschließend werden die gemessenen Trends dieser Normentwicklung gegenübergestellt und eine quantitative oder qualitative Bewertung der Zielerreichung vorgenommen.

Eine solche Bilanzierung ist allerdings nur für Indikatoren leistbar, deren Erhebung auf Zeitreihendaten aufsetzen kann. Das betrifft Messgrößen, die auf Daten der Flächenerhebung (ab 1980) sowie konventioneller Gemeindedaten (z. B. die Bautätigkeitsstatistik) beruhen. Indikatoren, die aus georeferenzierten Landnutzungsdaten abgeleitet sind (wie z. B. CORINE Land Cover oder ATKIS) können dagegen derzeit nur für einen aktuellen Zeitpunkt berechnet werden, sodass eine Bewertung mit längsschnittanalytischem Ansatz entfällt.

Im Rahmen des nachfolgend dokumentierten Testlaufs für die Bundesebene werden solche Indikatoren berücksichtigt, für die Messwerte für mindestens zwei Zeitphasen (z. B. 1997-2000 und 2001-2004) verfügbar sind, sodass eine Aussage möglich ist, ob sich ein Trend verstärkt hat, abgeschwächt hat oder stabil geblieben ist. Dieses Verfahren wurde in Abschnitt 4.2 als zeitraumbezogene Indizierung bezeichnet. Verzichtet wird indes auf eine mathematische Indexbildung zugunsten einer einfachen qualitativen Einschätzung, ob ein Trend positiv oder negativ bewertet wird.

Einbezogen wurden folgende fünf Indikatoren:

Indikatoren zu Reduktionszielen

- Dynamik Flächeninanspruchnahme (R2)
- Intensität weiterer Flächeninanspruchnahme (R3)

Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen

- Dynamik Siedlungsdichte (N2)

Tabelle 70

Längsschnittorientierter Bilanzierungsansatz im Nachhaltigkeitsbarometer (Werte für das Bundesgebiet, grün = positive Trendbewertung, orange = negative Trendbewertung)

Indikator	Entwicklung		Ziel
	2000-2004 zu 1996-2000	1996-2000 zu 1992-1996	
R2 Dynamik Flächeninanspruchnahme	↓	↑	↓
R3 Intensität der Flächeninanspruchnahme	↓	↑	↓
N2 Dynamik Siedlungsdichte (Entdichtungsdynamik)	→	↑	↓
N3 Nutzungsintensität neuer Bebauung	↓*	→	↑
N10 Dynamik Flächenproduktivität	↓	**	↑

↑ zunehmend → konstant ↓ abnehmend
 * Vorbehalte aufgrund von Ländern mit unplausiblen TN-Daten 2005
 ** nicht realisiert

Quelle: Eigene Darstellung

- Nutzungsintensität neuer Bebauung (N3)
- Dynamik der Flächenproduktivität (N10)

Tabelle 70 stellt die Ergebnisse dieser Bilanzierungsform zusammen. Danach zeigte die Entwicklung der Flächennutzung in der aktuellen Bilanzperiode der Flächenstatistik (2000-2004) nur bei den Reduktionszielen in die politisch gewünschte Richtung. Die Dynamik und Intensität der Flächeninanspruchnahme war im Zeitraum zwischen 2000 und 2004 geringer als in der vorangegangenen Bilanzperiode (1996-2000). Dagegen muss für die Nutzungseffizienzziele konstatiert werden, dass eine Trendumkehr hin zu einer effizienteren, d. h. kompakteren und produktiveren Flächennutzung nicht erreicht werden konnte. Die Dynamik der Entdichtung (N2) stagniert auf hohem Niveau und die Nutzungsintensität neuer Bebauung (N3) sowie die Dynamik der Flächenproduktivität (N10) haben sich in der aktuellen gegenüber der vorangegangenen Bilanzperiode verringert.

Eine solche Form der Bilanzierung kann auch quantitativ ausgedrückt werden. Dazu muss ein Referenzzeitraum gewählt werden, welcher Bezugspunkt der Indizierung ist. Das Rechenverfahren kann analog zu dem in Abschnitt „Test der räumlichen Indizierung und Bilanzierung“ gewählten Ansatz ausgestaltet werden.

Test der Transformationsfunktionen (Testlandkreise)

Dieser Test hat die Erprobung der Bewertung anhand von Transformationsfunktionen zum Inhalt. Der Test wird mit Messergebnissen durchgeführt, die für die Kreise

Wesel und Meißen erzielt wurden. Denkbar wäre auch eine Anwendung auf Ebene von Bundesländern, die hier aber unterblieben ist. Für die beiden Landkreise konnten 14 Indikatoren einbezogen werden, 9 Indikatoren zur Bewertung des Flächennut-

zungsmusters, vier zur Bewertung von Nutzungsänderungen. Die geringe Zahl an eingestellten Indikatoren zu Nutzungsänderungen liegt darin begründet, dass nur sehr wenige multitemporale Daten zur Flächen-nutzung zur Verfügung standen.

Tabelle 71

Indikatorenwerte und Bilanzierung für die Testlandkreise – Nutzungsmuster

Indikator / Index	Kreis Wesel		Landkreis Meißen	
	Messwert	Wertstufe	Messwert	Wertstufe
Indikatoren zu Reduktionszielen				
R1 Flächeninanspruchnahme 2004	20,9	4	11,9	7
INDEX R-NM	4,00		7,00	
Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen				
E1 Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit (ATKIS) 2004	17,3	3	10,1	10
E3 Durchgrünung des Siedlungsraumes 2004	8,2	9	5,8	2
E7 Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten 2004	15,6	1	11,1	4
INDEX E-NM	4,33		5,33	
Indikatoren zu Standort- und Strukturzielen				
S1 Siedlungskonzentration 2000	81,3	10	36,4	3
S8 Verkehrliche Erschließung bestehender Siedlungsflächen 2000	17,7	2	36,9	6
INDEX S-NM	6,00		4,00	
Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen				
N1 Siedlungsdichte 2004	2 193	5	2 005	5
N8 Infrastrukturaufwand Abwasser 2001	5,10	7	6,34	6
N10 Flächenproduktivität 2000/2001	376	4	338	4
INDEX N-NM	5,33		5,0	
INDEX NM	4,92		5,46	

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 72

Indikatorenwerte und Bilanzierung für die Testlandkreise – Nutzungsänderungen

Indikator / Index	Kreis Wesel		Landkreis Meißen	
	Messwert	Wertstufe	Messwert	Wertstufe
Indikatoren zu Reduktionszielen				
R2 Dynamik Flächeninanspruchnahme 2000-2004	3,52	3	3,62	3
INDEX R-NÄ	3,00		3,00	
Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen				
E9 Dynamik der Flächeninanspruchnahme in schutzwürdigen Landschaften	1,70	1	0,30	10
INDEX E-NÄ	1,00		10,00	
Indikatoren zu Standort- und Strukturzielen				
S2 Dispersionsintensität 1996-2000	0,92	4	1,22	7
INDEX S-NÄ	4,00		7,00	
Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen				
N2 Dynamik Siedlungsdichte 2000-2004	-2,83	5	-5,28	1
N3 Nutzungsintensität neuer Bebauung 2000-2004	0,32	4	0,32	4
INDEX N-NÄ	4,50		2,50	
INDEX NÄ	3,13		5,63	

Quelle: Eigene Darstellung

Methodisch ist das Bilanzierungsverfahren einfach: Für jede Indikatorengruppe wird der Durchschnitt der Wertstufen (1 bis 10) der Einzelindikatoren gebildet. Die jeweiligen Wertstufen leiten sich unmittelbar aus den Transformationsfunktionen ab. Der Gesamtbilanzierungsindex wird wiederum als Durchschnitt aus den Teilbilanzierungsindizes gebildet (Tab. 71).

Das in Tabelle 71 dargestellte Ergebnis sollte jedoch aus mehreren Gründen vorsichtig interpretiert werden. Eine Reihe bedeutender Indikatoren konnte – wie oben ausgeführt – aus Gründen der Datenverfügbarkeit nicht erhoben werden, was sich insbesondere bei Berechnung des Index zu Nutzungsänderungen bemerkbar macht. Vier Teilbilanzierungsindizes ließen sich mit nur einem Indikator untersetzen. Die Einstellung weiterer Messgrößen kann das Ergebnis stark verändern.

Dennoch wird die Bewertung mithilfe von Transformationsfunktionen als methodisch tragfähiger und praktikabler Ansatz der Indexbildung angesehen. Es sei hier aber nochmals darauf hingewiesen, dass die eingesetzten Transformationsfunktionen nicht im Sinne eines statischen Bewertungsrahmens angesehen werden dürfen. Das Bewertungsinstrument „Transformationsfunktion“ ist vielmehr offen für politische Wertsetzungen, die im jeweiligen Anwendungsfall des Nachhaltigkeitsbarometers zu treffen sind.

Exkurs: Vergleich der Flächennutzung in Deutschland und Großbritannien

Die Bewertung der Flächennutzung und ihrer Veränderung kann – bei weitgehender Abwesenheit anerkannter Bewertungsmaßstäbe – vor allem durch Vergleiche verschiedener Räume unterstützt werden. Der in Abschnitt „Test der räumlichen Indizierung und Bilanzierung“ vorgestellte Testlauf auf Länderebene macht sich ein solches relatives Bewertungskonzept zu Nutze. Möglich ist aber auch ein internationaler Vergleich, der bislang durch den Mangel an vergleichbaren Datengrundlagen und Messverfahren erschwert war (Dosch 2002, S. 26; siehe auch Dosch 2001). Mit der auf das Jahr 2000 bezogenen Fortschreibung von CORINE Land Cover bieten sich nun erstmals Möglichkeiten, die Entwicklung der Flächennutzung bzw. Bodenbedeckung in europäischen Staaten auf Grundlage einer homogenen Datenbasis zu bilanzieren.

Aus verschiedenen Gründen bietet sich hier ein Vergleich von Deutschland mit Großbritannien an. Zum einem haben beide Länder eine ähnliche Größe, Bevölkerungszahl aber auch eine ähnliche, d. h. polyzentrische Siedlungsstruktur, wenngleich das Konzentrationsniveau in Großbritannien aufgrund der Dominanz Londons höher sein dürfte. Zum anderen wurden bereits statistische Vergleiche der Flächennutzung beider Länder vorgenommen (von Haaren/Nadin 2003), deren Ergebnisse mit Daten aus CORINE Land Cover verifiziert und ergänzt werden können.

Tabelle 73 stellt einige Kernindikatoren zusammen, die bereits tief gehende Einblicke in die Dynamik der Flächennutzung in beiden Ländern erlauben. Der mit CORINE Land Cover ermittelte Anteil der Siedlungsfläche liegt in Deutschland mit einem Anteil von 7,8 % leicht über dem für Großbritannien (7,0 %). Bei einer in Großbritannien etwas höheren Bevölkerungsdichte ist damit die Siedlungsdichte in Deutschland deutlich geringer. Noch auffällender aber sind die Unterschiede bei der Flächeninanspruchnahme in den 1990er Jahren. Während sich der Siedlungsflächenbestand Großbritanniens nur geringfügig erhöhte (+1,8 %), vollzog sich in Deutschland ein weitaus dynamischeres Wachstum (+6,7 %). Mit gleichen Datengrundlagen und bezogen auf den gleichen Zeitraum (1990 bis 2000) lässt sich somit feststellen, dass der Flächenverbrauch in Deutschland fast viermal höher ausfiel als in Großbritannien. Ab-

Tabelle 73
Vergleich von Flächennutzung und Flächennutzungsentwicklung für Deutschland und Großbritannien

Indikatoren	Deutschland	Großbritannien
Siedlungsfläche 2000 (ha)*	2 791 390	1 768 929
Siedlungsfläche 1990 (ha)*	2 616 997	1 738 331
Differenz (Hektar)	174 393	30 597
Anteil der Siedlungsfläche 2000 (%)	7,8	7,0
Zuwachs der Siedlungsfläche 1990-2000 (%)	6,7	1,8
Zuwachs des Siedlungsflächenanteils (%-Punkte)	0,5	0,1
Durchschnittl. Entfernung von Siedlungserweiterungen zu Zentren mit mehr als 100 Tsd. Einwohnern (km)	32,6	23,2
Bevölkerung 2002 (Mio.)	82,5	59,2
Bevölkerungszuwachs 1990-2000 (Einwohner je km ²)	6,2	5,9
Bevölkerungsdichte (Einwohner je km ²)	231	244
Siedlungsdichte (Einwohner je km ² Siedlungsfläche)	2 950	3 350
Durchschnittliche Veränderung des BIP 1990-2000 (%)	1,9	2,4
* CORINE Typen 111 bis 142 ohne 131		

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 43

Intensität der Flächeninanspruchnahme in West- und Südeuropa 1999-2000 (neue Siedlungsflächen in ha je km² Katasterfläche)

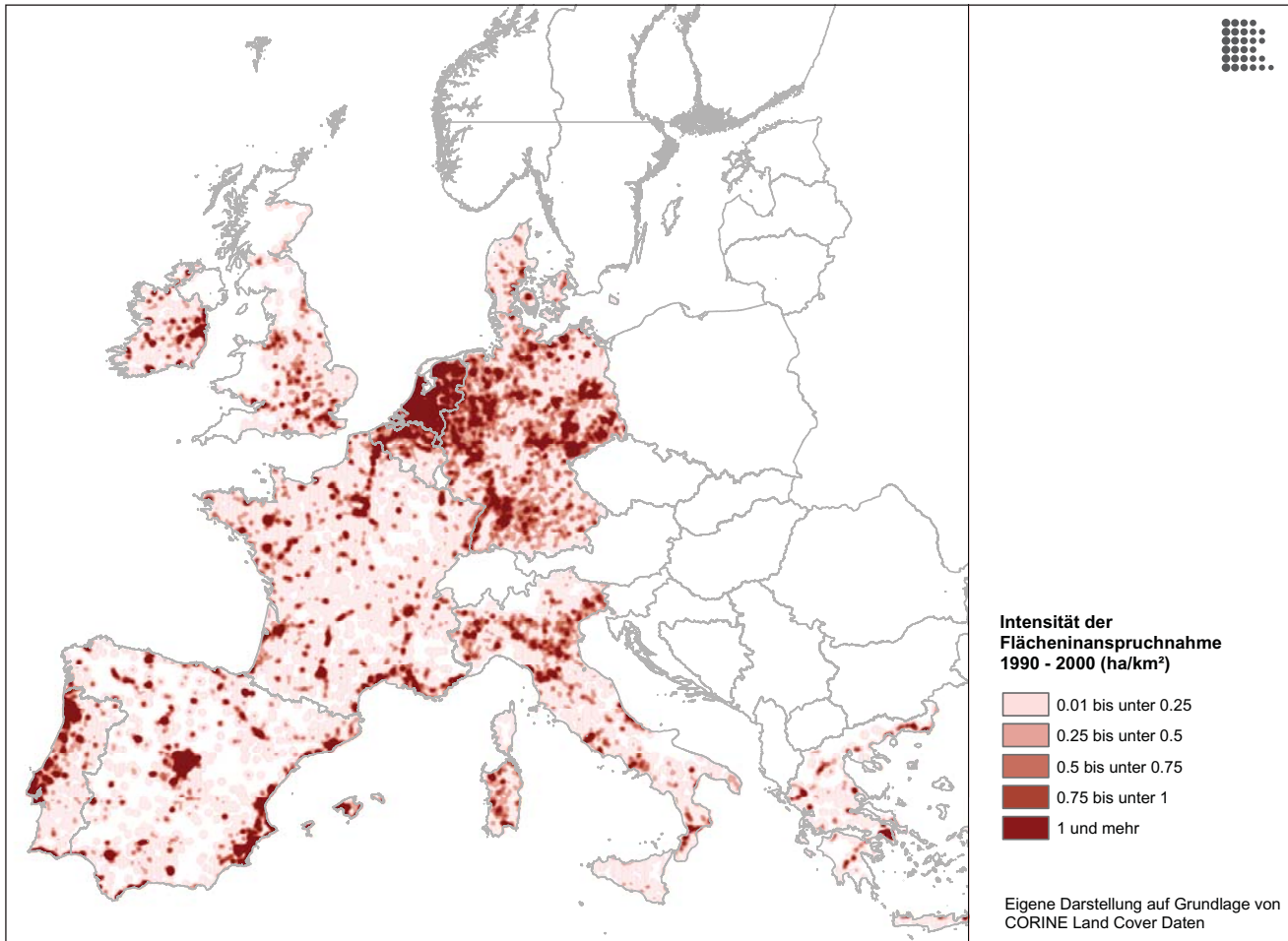


Abbildung 43 verdeutlicht dies in kartographischer Form – in Deutschland gab es zahlreiche Regionen mit flächenhaft hoher Flächeninanspruchnahme, während dies in Großbritannien auf nur wenige Gebiete zutrifft, die zudem in den wirtschaftlichen Kernräumen, weniger in peripheren Gebieten lokalisiert sind. Dies bestätigt sich in einer deutlich unterschiedlichen Durchschnittsentfernung neuer Siedlungsflächen zu den Zentren, worunter hier Städte mit mehr als 100 000 Einwohnern verstanden werden. Während die Durchschnittsdistanz in Deutschland über 30 Kilometer beträgt, waren es in Großbritannien lediglich 23 Kilometer.

Dieser unterschiedliche Entwicklungspfad ist nicht mit abweichenden demographisch/ökonomischen Dynamiken zu erklären. Im Gegenteil – das Wirtschaftswachstum war im Vereinigten Königreich deutlich höher als in Deutschland und der Bevölkerungszuwachs je Flächeneinheit vergleichbar. Offensichtlich ist es in Groß-

britannien somit gelungen, die Wachstumskräfte von Wirtschaft und Gesellschaft auf einem im Vergleich mit Deutschland geringeren Siedlungsflächenzuwachs zur Entfaltung zu bringen. Die Ergebnisse von von Haaren und Nadin (2003), die mit Daten der Statistischen Dienste beider Länder einen in Deutschland fast viermal höheren Flächenverbrauch festgestellt hatten, lassen sich damit mit Daten aus CORINE Land Cover bestätigen.

Wesentliche Ergebnisse von Indikatorenerhebung sowie räumlicher Indizierung und Bilanzierung

Der Test der räumlichen Indizierung und Bilanzierung für Bund und Länder ermöglicht eine profunde Bestandsaufnahme der Quantität und Qualität der Flächennutzung in Deutschland und ihrer Veränderung. Gemeinsam mit den Ergebnissen aus Kapitel 3 lassen sich die nachfolgend genannten wesentlichen Ergebnisse der räumlichen Bilanzierung festhalten.

- *Ziel RZ1: Reduzierung der Flächeninanspruchnahme (Indikatoren R1, R2)*

Mit einem Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil von 12,8 % im Jahr 2004 zählt Deutschland wohl zu den am stärksten verstädterten Ländern Europas. Die Dynamik der Flächeninanspruchnahme bleibt hoch, hat sich allerdings seit 2000 spürbar abgeschwächt.

- *Ziel EZ 1: Schutz und Erhaltung von Boden (Indikatoren E1, E2)*

Die Flächeninanspruchnahme vollzieht sich zu erheblichen Teilen auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit. Im Zeitraum zwischen 1997 und 2001 entfiel bundesweit fast ein Drittel der gesamten Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke auf solche Böden, die jedoch nur 18 % der Gesamtfläche Deutschlands ausmachen.

- *Ziel EZ 2: Schutz und Erhaltung von unbebauten Bereichen, Freiräumen, Grünflächen und Landschaft (Indikatoren E3, E4)*

Die urbane Flächennutzung ist in den vergangenen Jahren „grüner“ geworden, was u. a. in einem erhöhten Erholungs- und Friedhofsflächenanteil an der Siedlungs- und Verkehrsfläche zum Ausdruck kommt. Darüber hinaus stützen Daten aus verschiedenen Städten die Vermutung, dass die Durchgrünung des Siedlungsraumes auch durch entsiegelte oder renaturierte Brachflächen sowie die Auflassung von Rückbauflächen des Stadtumbaus zugenommen hat.

- *Ziele EZ 2: Freiräume, Landschaft; EZ 3: Unzerschnittene Landschaftsräume; EZ 4: Naturschutzfachlich bedeutsame Flächen (Indikatoren E8, E9)*

Auch die vom Bundesamt für Naturschutz als „schutzwürdig“ eingestufteten Landschaften sind überproportional von Siedlungstätigkeit betroffen. Ein Drittel des SuV-Zuwachses zwischen 1990 und 2000 erfolgte in schutzwürdigen Landschaften, dies allerdings bei einem Anteil dieser Kategorie von fast 50 % an der Bundesfläche. Schutzwürdige Landschaften sind derzeit zwar weit unterdurchschnittlich von Siedlungs- und Verkehrsnutzungen betroffen, gemessen an ihrem aktuellen Siedlungsflächenanteil ist die Dynamik der Siedlungstätigkeit dort aber überdurchschnittlich.

- *Ziel SZ 1: Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung (Indikatoren S1, S2)*

Die Siedlungsdispersion schreitet weiter voran. Gemeinden mit unterzentralem Status oder ohne zentralörtliche Funktion zogen über 60 % der zwischen 1997 und 2001 neu in Anspruch genommenen Siedlungs- und Verkehrsfläche auf sich. Gemessen an ihrem derzeitigen Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil war die Dynamik der Flächeninanspruchnahme in nicht- und unterzentralen Gemeinden somit weit überdurchschnittlich.

- *Ziel SZ 1: Räumliche Konzentration der Siedlungsentwicklung, Vermeidung von Zersiedelung (Indikator S3)*

Die fortschreitende Zersiedelung wird vor allem durch ein geringes Maß an standörtlicher Integration neuer Siedlungsflächen in den Siedlungsbestand vorangetrieben. Das Randverhältnis neuer Siedlungsflächen zum bestehenden Siedlungsraum betrug für den Zeitraum zwischen 1990 und 2000 0,27, was bedeutet, dass im Mittel nur ein gutes Viertel des Randes neuer Flächen an den Siedlungsbestand angrenzt. 26 % aller neuen Siedlungsflächen wurden sogar ohne jegliche Angrenzung an den Siedlungsbestand realisiert.

- *Ziel SZ 5: Anbindung neuer Baugebiete an bestehende Infrastrukturen (Indikator S9)*

Neue Siedlungsgebiete entstehen in ihrer Mehrzahl in größerer Distanz zu den Haltepunkten schienengebundener Verkehrsmittel. Bundesweit konnten in den 1990er Jahren nur ein Fünftel der neuen Siedlungsgebiete im fußläufigen Einzugsbereich von Haltepunkten leistungsfähiger Netze des Öffentlichen Verkehrs realisiert werden.

- *Ziel NZ 1: Intensivierung der Flächennutzung (Indikatoren N1, N2)*

Der wohl besorgniserregendste Trend der Flächennutzung ist die Entdichtung des Siedlungsraumes. Dieser in Deutschland seit Jahrzehnten anhaltende Prozess hat sich in den vergangenen Jahren aufgrund der Abschwächung des Bevölkerungszuwachses verstärkt. Bundesweit nahm die Siedlungsdichte in den Bilanzperioden 1997-2000 und 2001-2004 um 3,5 bis 4 % ab, was auf die weiterhin hohe Flächeninanspruchnahme bei nur

geringfügig wachsender Bevölkerungszahl zurückgeführt werden kann.

Hinsichtlich unterschiedlicher Entwicklungen in den einzelnen Bundesländern ergeben sich u. a. folgende Ergebnisse:

- Deutlich wird zunächst, dass kein Land – gemessen am Bundesdurchschnitt – durchwegs positive oder negative Werte aufweist. Auffällig ist auch, dass die statische und dynamische Perspektive für ein Bundesland häufig entgegengesetzte Wertungen hervorbringt. Ausgeprägt ist dies vor allem bei Indikatoren zu Reduktionszielen. In Ländern mit geringem Anteil der SuV ist die Dynamik der Flächeninanspruchnahme oftmals überdurchschnittlich. Nicht überraschend ist, dass Länder mit ländlicher Prägung wie Mecklenburg-Vorpommern oder Niedersachsen bei den Indikatoren zu Nutzungseffizienzindikatoren negative Werte aufweisen.
- Mit der hier vorgenommenen Indizierung auf das Bundesmittel weisen alle ostdeutschen Länder sowie Bayern einen Gesamtbilanzierungsindex des Nutzungsmusters von über 100 auf, also überdurchschnittlich positive Werte. Vor allem die unterdurchschnittliche Flächeninanspruchnahme (SuV-Anteil) bedingt dies. Dass der Abstand zum Bundesmittel nicht höher ausfällt, liegt an der in fast allen ostdeutschen Bundesländern unterdurchschnittlichen Siedlungsdichte und Flächenproduktivität.
- Bei der dynamischen Betrachtung (Nutzungsänderungen) liegt das Land Hessen mit einem Index von 136 an der Spitze, gefolgt von Thüringen, Baden-Württemberg und Sachsen. In Hessen war die Dynamik der Flächeninanspruchnahme deutlich unterdurchschnittlich, aber auch in den drei anderen Zielkategorien (Erhaltungs- und Schutzziele, nutzungsstrukturelle Ziele und Nutzungseffizienzziele) ragt Hessen heraus. Hier ist es offensichtlich gelungen, das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum mit einem „Weniger“ an zusätzlicher Siedlungsfläche zu bewältigen. Schlusslichter dieser Bewertung sind Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein. Eine hohe Dynamik der Flächeninanspruchnahme bei wenig dynamischer Wirtschaftsentwicklung und schrumpfender Bevölkerungszahl haben zu dieser negativen Gesamtbewertung beigetragen. So überrascht es

nicht, dass alle drei Länder vor allem bei Indikatoren zu Nutzungseffizienzzielen geringe Indexwerte verzeichnen. In Sachsen-Anhalt schlägt zudem die massive Siedlungstätigkeit auf Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit zu Buche.

- Bayern, Sachsen und Thüringen sind die Länder, bei denen der Index sowohl für das Nutzungsmuster als auch die Nutzungsänderung über dem Bundesmittel liegt. Umgekehrt wurde für Niedersachsen und Schleswig-Holstein ein negatives Abweichen vom Bundesmittel für Nutzungsmuster und Nutzungsänderungen festgestellt.

Diese Ergebnisse müssen aber in zweifacher Weise relativiert werden. Erstens ist die räumliche Indexbildung nur eine von mehreren Möglichkeiten der Indikatorenbewertung und -synthese. Zweifelsohne erzeugen alle drei Indizierungsverfahren individuelle Bilder, die in ihrer Gegenüberstellung möglicherweise zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen in der Wertung der Daten führen. Zweitens konnten nicht alle Indikatoren auf Länderebene realisiert werden. Auch wurden einzelne Indikatoren mit „einfachen“ Datenbasen und einfachen Bilanzierungstechniken berechnet. In der künftigen Anwendung des Nachhaltigkeitsbarometers sind für die betreffenden Indikatoren – soweit möglich – leistungsfähigere Datengrundlagen einzusetzen.

Gleichwohl haben aus Sicht der Bearbeiter dieses Forschungsvorhabens die Testläufe des Nachhaltigkeitsbarometers die grundlegende Eignung des Bilanzierungsansatzes demonstrieren können. Zum einen ist es gelungen, eine Reihe von Indikatoren zu realisieren, mit denen die Bewertung der Flächennutzung und ihrer Veränderung auf eine sachlich weitaus breitere Basis gestellt werden kann, als dies bisher, gemessen an der bis heute üblichen „Hektar-pro-Tag-Debatte“, der Fall ist. Viele Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen, nutzungsstrukturellen Zielen und Nutzungseffizienzzielen bieten bereits für sich einen wichtigen Einblick in qualitative Eigenschaften von Flächennutzung und Flächeninanspruchnahme. Dies liegt auch daran, dass bei der Auswahl und Zusammenstellung dieser Indikatoren bewusst auf ihre politische Kommunizierbarkeit zu achten war. Aber auch die Aggregation der Indikatoren zu zwei Gesamtbilanzierungsindizes (Nutzungsmuster, Nutzungsänderung) er-

scheint geeignet, die Kommunikation über eine nachhaltige Flächennutzung zu fördern. Wie mit jedem Index, ist mit diesen Größen ein Informationsverlust verbunden, aber eben auch die Chance gegeben, ein wichtiges Themenfeld nachhaltiger Entwicklung politik- und öffentlichkeitswirksam zu kommunizieren und über diesen Weg Informationen zu verbreiten und damit Informationsgewinne bei relevanten Akteuren zu erzielen. Die tabellarische Ausweisung aller Einzelindikatoren und gruppenbezogenen Indizes ist in der Lage, das Maß aggregationsbedingter Informationsverluste weitgehend zu minimieren.

4.4 Hinweise zur Anwendung des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden fast alle der in Kapitel 3 vorgeschlagenen Indikatoren mit verfügbaren Daten berechnet. Dies erfolgte einerseits zum Nachweis der siedlungspolitischen Relevanz der Indikatoren, andererseits im Hinblick auf den Test der Indexbildung. Die Indikatorenberechnung griff dabei weitgehend auf Daten aus CORINE Land Cover sowie die statistischen Daten der Flächenerhebungen zurück. Alternativ wurden Berechnungen auf der Grundlage des ATKIS Basis DLM und kommunaler Datenbestände, wie dem ALK durchgeführt, die eine differenziertere Ermittlung der Indikatoren ermöglichen. Im Folgenden wird zunächst kurz auf die Bedeutung der verwendeten Datenbestände für die Indikatorberechnung eingegangen und anschließend ein Vorschlag für die technische Umsetzung des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche im Rahmen eines Einsatzes in der nationalen Nachhaltigkeitsberichterstattung unterbreitet.

Die bundesweit einheitlich verfügbaren Datenbestände wie CORINE Land Cover, der Datenbestand zur Nitratbelastung der Böden oder der schutzwürdigen Landschaften erlauben eine einheitliche, vergleichbare Berechnung der Indikatoren mit dem Nachteil, dass diese Aussagen immer auf der Grundlage aggregierter bzw. kleinmaßstäbig erfasster und somit entsprechend generalisierter Geodatenbestände vorgenommen werden. CORINE Land Cover sowie die Flächennutzungsstatistik werden in regelmäßigen Zeitabständen aktualisiert und stehen daher für in die Vergangenheit reichende Zeitreihenanalysen zur Verfügung.

Die Ermittlung der Indikatorwerte ist auf dieser Grundlage aber lediglich auf Landesebene möglich. Eine weitere Differenzierung auf Regional- bzw. Kreisebene ist nicht sinnvoll.

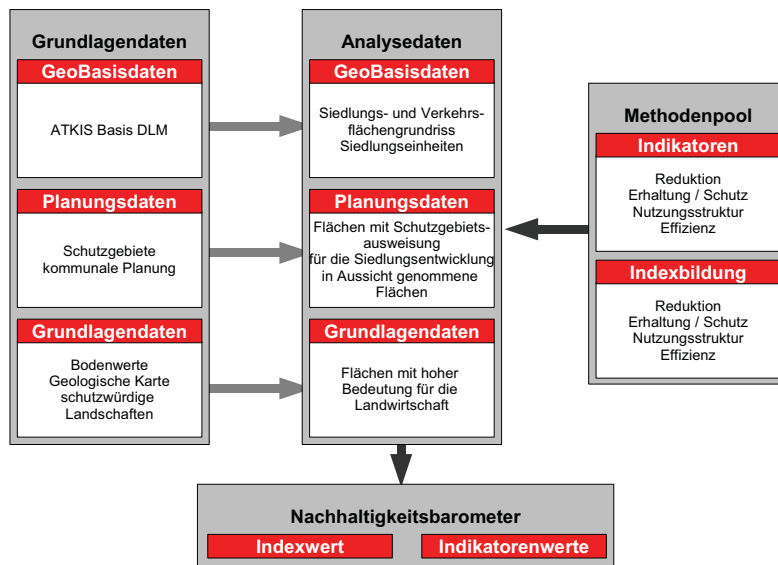
Im Rahmen der Realisierung der Indikatoren wurde alternativ auf großmaßstäbige Datenbestände des ATKIS Basis DLM und verschiedener kommunaler Daten (Grundlagenerhebungen, planerische Festsetzungen) zurückgegriffen, die eine Berechnung der Indikatoren auf Kreisebene ermöglichen. Diese Daten weisen einen deutlich genaueren Raumbezug auf und liefern somit differenziertere Ergebnisse. Derzeit sind auf der Grundlage dieser Daten keine Zeitreihenanalysen möglich. Zumindest das ATKIS Basis DLM, das sich bei der Realisierung als ein grundlegender, für die Berechnung zahlreicher Indikatoren geeigneter Datenbestand erwiesen hat, wird nach einem festen Turnus aktualisiert, und könnte durch die Vereinbarung einer Stichtagsregelung für Zeitreihenanalysen nutzbar gemacht werden⁵⁵. Während das ATKIS Basis DLM durch die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV) weitgehend harmonisiert erfasst wird, liegen die Grundlagendaten, wie die Bodeninformationen oder die planerischen Festsetzungen (Geltungsbereich von Verordnungen und Satzungen) und Darstellungen (Flächennutzungsplanung) bisher in sehr heterogener Form vor, die noch eine Vereinheitlichung erfordern. Aufgrund des Aufbaus einer nationalen Geodatenbasis im Rahmen der Geodateninfrastruktur der Bundesrepublik Deutschland (GDI-DE) sind Fortschritte aber mittelfristig zu erwarten⁵⁶.

Für die Realisierung des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche werden die großmaßstäbigen Daten des ATKIS Basis DLM als zentraler Datenbestand angesehen. Durch die Einführung einer Stichtagsregelung bei der Übergabe der Daten lassen sich in Zukunft auch Analysen über Zeitreihen realisieren. Das Basis DLM wurde zur Ableitung der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Rahmen der Ermittlung der Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen sowie zur Beschreibung der Stadtstruktur für die Indikatoren zu nutzungsstrukturellen Zielen eingesetzt. Die für die Ermittlung der Indikatoren zu Erhaltungs- und Schutzzielen ebenfalls notwendigen Daten zur Beschreibung der Akzeptoreigenschaften (Bodenwerte/Schutzgebiete) können mit Ein-

(55) Analog zur Flächennutzungsstatistik spiegelt diese Stichtagsregelung den Stand der Erfassung aber nicht den Stand der Flächennutzung wider, da beide Datenbestände nicht als „tagesaktuell“ anzusehen sind.

(56) Im Rahmen des Aufbaus einer nationalen Geodateninfrastruktur wurde ein Pilotprojekt Schutzgebietsinformationen durchgeführt. „Das Pilotprojekt Schutzgebietsinformation wurde in einer ersten konstituierenden Arbeitsgruppensitzung am 31. Juli 2002 begonnen. Ausgangspunkt für das Projekt war der Bedarf verschiedener Ressorts an rechtlich bindenden Schutzgebietsinformationen für die Erledigung gesetzlicher Aufgaben. Neben der Analyse des Datenbedarfs (wer braucht welche Daten?) wurden zunächst die Datenlage (Angebot) sowohl bei Bund und als auch bei den Ländern untersucht.“ (http://www.imagi.de/de/gdi_de/f_gdi_de.html, zuletzt abgerufen am 22.07.2006).

Abbildung 44
 Aufbau und Datenfluss der technischen Realisierung des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche



Quelle: Eigene Darstellung

schränkungen aus den Länderinformationssystemen entnommen werden, die in Zukunft über den Aufbau der GDI DE und der Vereinbarung eines einheitlichen Objektartenkatalogs harmonisiert werden. Es wird daher empfohlen, die Realisierung des Nachhaltigkeitsbarometers auf der Basis des ATKIS Basis DLM vorzunehmen. Hierzu ist ein Modus zur Übernahme der Datenbestände zu entwickeln, der einen festen Turnus und somit die Kenntnis der Aktualität der Daten sicherstellt. Wie im Rahmen der Realisierung der Indikatoren beschrieben, werden aus dem Basis DLM verschiedene Teildatenbestände (Siedlungs- und Verkehrsflächengrundriss, Siedlungseinheiten und Flächennutzung in Siedlungsflächen sowie Haltepunkte im schienengebundenen Nahverkehr) abgeleitet, die als Grundlage für die Berechnung der Indikatoren notwendig sind (vgl. Abb. 44). Auf diese Teildatenbestände werden die im Rahmen des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche zu-

sammengestellten Methodiken angewendet. Diese im Rahmen der Konzeption des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche entwickelten Methodiken sind als Programmalgorithmen zu formulieren, um eine weitgehende Automatisierung des Barometers zu ermöglichen. Die stichtagsbezogene Übernahme der Daten und die Automatisierung stellen eine auch über längere Zeiträume einheitliche Berechnung des Nachhaltigkeitsbarometers bzw. seiner Indikatoren und Indizes sicher. Hierbei ist anzumerken, dass eine solche Automatisierung nur mit einem homogenen über einen längeren Zeitraum in gleicher Weise geführten Datensatz sinnvoll ist und somit nur auf das Basis DLM und die Daten des nationalen Geodatenbestandes angewendet werden kann.

Der vorliegende Bericht prüft die Möglichkeit des Aufbaus des Nachhaltigkeitsbarometers Fläche und benennt die für die Beschreibung der nachhaltigen Entwicklung sinnvollen Indikatoren. Der Forschungsauftrag war auf den Test der Berechnung der Indikatoren auf der Basis vorliegender Datenbestände beschränkt. Für die Realisierung wäre in einer zweiten Phase eine Konzeption einschließlich eines Pilotsystems zu erstellen, in dem die Methodiken zur Ableitung der Teildatenbestände aus dem Basis DLM und die Berechnung der Indikatoren – möglichst als GIS Applikationen – zu realisieren sind. Hierbei sind auch Vorgehensweisen zur Operationalisierung der beiden auf der Ableitung und Eichung von Nutzungs- bzw. Strukturtypen auf der Basis des Basis DLM vorgesehenen Indikatoren „Bodenversiegelung“ und „Durchgrünungsgrad“ notwendig. Diese Konzeption muss ein Datenmodell für die in die Analyse einzubeziehenden Daten sowie die Algorithmen für die Berechnung der Indikatoren und die Indexbildung enthalten. Positiv wäre es, eine Integration in die GDI DE vorzusehen, um die Werte der Indikatoren sowie die Indexwerte räumlich differenziert darstellen zu können.

Literatur

- Alberti, M. (1999): Urban Patterns and Environmental Performance. What Do We Know? In: *Journal of Planning Education and Research*, Vol. 19, S. 151–163
- Apel, D. (1998): Stadtentwicklungskonzepte zur Vermeidung von Autoverkehr. In: *Archiv für Kommunalwissenschaften*. Heft 1/98, S. 62–85
- Apel, D.; Henckel, D. et al. (1995): Flächen sparen, Verkehr reduzieren – Möglichkeiten zur Steuerung der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung. *Difu-Beiträge zur Stadtforschung* 16. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik
- ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung) (2004): Flächenhaushaltspolitik – Ein Beitrag zur nachhaltigen Raumentwicklung. Hannover
- Arlt, G.; Fürll, L.; Hennersdorf, J.; Kochan, B.; Lehmann, I.; Mathey, J.; Schwarz, M.; Stutzriemer, S.; Thinh, N. X. (2002): Stadtökologische Qualität und Vegetationsstrukturen städtischer Siedlungsräume. *IÖR-Texte* 139, Dresden: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
- Arlt, G.; Gössel, J.; Heber, B.; Hennersdorf, J.; Lehmann, I.; Thinh, N. X. (2001): Auswirkungen städtischer Nutzungsstrukturen auf Bodenversiegelung und Bodenpreis. *IÖR-Schriften*, Band 34. Dresden: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
- Arlt, G., Hennersdorf, J., Lehmann, I., Thinh, N. X. (2005): Auswirkungen städtischer Nutzungsstrukturen auf Grünflächen und Grünvolumen. *IÖR-Schriften*, Band 47. Dresden: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
- Arlt, G.; Lehmann, I. (2005): Ökologische Flächenleistungen – Methodische Grundlagen; Analyse und Bewertung teilstädtischer Gebiete in Dresden. *IÖR-Texte* 147. Dresden: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
- Arnold, C. L.; Gibbons, C. J. (1996): Impervious surface coverage. The emergence of a key environmental indicator. In: *Journal of the American Planning Association*, Vol. 62 (2), S. 243–258
- Baier, H. (2000): Umsetzung des Schutzes von landschaftlichen Freiräumen in der Umweltverwaltung. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.): *Zerschneidung als ökologischer Faktor*. Laufener Seminarbeiträge 2/00, S. 121–142
- Baldauf, G. (2003): *Innenentwicklung – PUR*, Studie im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg und des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg. Stuttgart
- Banister, D. (1999): Planning More to Travel Less. Land use and Transport. In: *Town Planning Review*, Vol. 70, S. 313–338
- B.A.U.M. Consult München GmbH (2001): *Agenda 21 – Nachhaltige Entwicklung in Gemeinden – Nachhaltigkeits-Indikatoren*. München (unveröff.)
- BayStMI (Bayrisches Staatsministerium des Inneren, Staatsminister Dr. Günther Beckstein) (2002): *Anschreiben an alle Bürgermeister: Verringerung des Flächenverbrauchs in der Bauleitplanung*. München
- BayStMLU (Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen) (1997): *Bayern Agenda 21*. München
- BayStMLU (Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen) (2002): *Kommunales Flächenressourcen-Management*. München
- BayStMLU, BayStMI (Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Bayrisches Staatsministerium des Inneren) (2003): *Bündnis zum Flächensparen – gemeinsame Erklärung*. München
- BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung) (2000): *Raumordnungsbericht 2000*. Bonn
- BBR (2001): *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung – Nationalbericht der Bundesrepublik Deutschland zur 25. Sondersitzung der Generalversammlung der Vereinten Nationen („Istanbul+5“)*, hrsg. vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung Berlin
- BBR (2002): *Nachhaltige Raumentwicklung im Spiegel von Indikatoren*, BBR-Berichte, Band 13. Bonn

- BBR (2004): Bauland- und Immobilienmärkte. BBR-Berichte, Band 19. Bonn
- BBR (2004a): Städte der Zukunft – Indikatorenprofile zu den Nachhaltigkeitindikatoren. www.staedte-der-zukunft.de/Ausstellung/ausstfrmset.htm. Zugriff am 12.11.2004
- BBR (2005): Raumordnungsbericht 2005. Bonn
- Behrendt, D.; Neitzke, H.-P. (ECOLOG-Institute) (2000): Nachhaltigkeitsinventar für die Stadt Nienburg/Weser. Hannover
- Berger, H.; Richter, S.; Summerer, S. (2001): Qualitätsziele, Handlungsziele, Indikatoren, Maßnahmen für ein zukunftsfähiges Berlin – Vorschlag vom 2. April 2001. www.agendaforum.agenda-21.net/docs/Qualitaetsziele4.rtf. Zugriff am 23.11.2004
- Bertraud, A.; Richardson, H. W. (2004): Transit and Density: Atlanta, the United States and Western Europe. In: Richardson, H. W.; Bae, C. C. (Eds.): Urban Sprawl in Western Europe and the United States. London, S. 293–310
- BfLR (Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung) (1996): Nachhaltige Stadtentwicklung. Herausforderungen an einen ressourcenschonenden und umweltverträglichen Städtebau. Städtebaulicher Bericht. Bonn
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2002): Daten zur Natur 2002. Bonn
- BFS (Bundesamt für Statistik) Schweiz (2004): MONET – Monitoring Nachhaltiger Entwicklung. www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/systemes_d_indicateurs/indicateur_de_developpement/introduction.html. Zugriff am 01.11.2004
- Birkmann, J. (1999): Eckpunkte für ein kommunales Nachhaltigkeitsindikatorensystem – insbesondere für die räumliche Planung. In: Birkmann, J.; Koitka, H.; Kreibich, V.; Lienenkamp, R. (Hrsg.): Indikatoren für eine nachhaltige Raumentwicklung. S. 57–79
- Birkmann, J. et al. (1999): Indikatoren zur Operationalisierung des Leitbildes Nachhaltiger Entwicklung. In: Birkmann, J.; Koitka, H.; Kreibich, V.; Lienenkamp, R. (Hrsg.): Indikatoren für eine nachhaltige Raumentwicklung. S. 14–20
- Bizer, K. (1996): Handelbare Flächenausweisungsrechte zur Begrenzung der gemeindlichen Ausweisung von Siedlungs- und Verkehrsfläche. In: Welfens, M.; Köhn, M. (Hrsg.): Neue Ansätze in der Umweltpolitik. S. 367–384
- Bizer, K. et al. (1998): Mögliche Maßnahmen, Instrumente und Wirkungen einer Steuerung der Verkehrs- und Siedlungsflächennutzung. Berlin, Heidelberg
- Bleicher, R. (2004): Begrenzung der Flächeninanspruchnahme – aber mit Augenmaß. In: Der Landkreis, Heft 10, S. 604 ff.
- Blum, W. E. H. (2001): Flächenverbrauch und Auswirkungen auf die ökologische Bodennutzung. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Versiegelt Österreich? Der Flächenverbrauch und seine Eignung als Indikator für Umweltbeeinträchtigungen. Tagungsberichte, Band 30, S. 74–78. Wien: Umweltbundesamt
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2000): Erprobung der CSD-Nachhaltigkeitsindikatoren in Deutschland – Bericht der Bundesregierung. Berlin
- BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen) (2003): Bundesverkehrswegeplan. Berlin
- Böhm, E.; Nierling, L.; Walz, R.; Küpfer, C. (2002): Vorstudie zur Ausgestaltung eines Systems handelbarer Flächenausweisungskontingente, Ansätze für Baden-Württemberg am Beispiel des Nachbarschaftsverbands Karlsruhe. Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
- Böltken, F.; Schneider, N.; Spellerberg, A. (1999): Wohnen – Wunsch und Wirklichkeit. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 2, S. 141–156
- Born, M. (1997): Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung. Konzepte, Prinzipien, Kriterien. Positionen 1. econtur – Internationale Agentur für nachhaltige Projekte GmbH. Bremen
- Braumann, C. (1988): Siedlungsstruktur und Infrastrukturaufwand. Auswirkungen unterschiedlicher Siedlungsstrukturen auf den Aufwand für die kommunale Infrastruktur, gezeigt an ausgewählten Salzburger Gemeinden. Salzburg

- Breheny, M. J. (1992): Sustainable Development and Urban Form: An Introduction. In: Breheny, M. J. (Hrsg.): Sustainable Development and Urban Form. London, S. 1–24
- Brückner, Ch.; Lieding, M.; Wullers, D.; Vogler, C.; Kujath, K. (2001): Indikatoren einer nachhaltigen Raumentwicklung in Nordrhein-Westfalen. In: ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Nachhaltigkeitsindikatoren. Wegweiser für die räumliche Entwicklung in Nordrhein-Westfalen. S. 9–93
- Brühl, H.; Echter, C.-P.; Frölich von Bodelschwingh, F.; Jekel, G. (2005): Wohnen in der Innenstadt – eine Renaissance? Difu-Beiträge zur Stadtforschung, Band 41. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik
- Bundesamt für Naturschutz (2000): Daten zur Natur 1999. Münster
- Bundesamt für Raumplanung (2000): Neue Zahlen zur Veränderung der Bodennutzung. Dossier 1/00. Bern
- Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (1993): Raumordnungspolitische Orientierungsrahmen – Leitbild für die räumliche Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland. Bonn
- Bundesregierung (2002a): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin
- Bundesregierung (2002b): Bodenschutzbericht. Berlin
- Bundesverband Boden (2005): Entsiegelung von Böden im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. St. Augustin
- Burchfield, M.; Overman, H. G.; Puga, D.; Turner, M. A. (2002): Sprawl? Lincoln Institute of Land Policy Conference Paper. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy
- Campoli, J.; McLean, A. S. (2004): Visualizing Density (Phase 2). Lincoln Institute of Land Policy Working Paper. Cambridge, MA
- Carruthers, J. I.; Ulfarsson, G. F. (2003): Urban Sprawl and the Cost of Public Services. In: Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 30, S. 503–522
- Cervero, R. (1991): Congestion Relief: The Land Use Alternative. In: Journal of Planning, Education and Research, Vol. 10, S. 119–129
- Cervero, R. (2001): Efficient Urbanisation: Economic Performance and the Shape of the Metropolis. In: Urban Studies, Vol. 38, No. 10, S. 1651–1671
- Cutsinger, J.; Galster, G.; Wolman, H.; Hanson, R.; Towns, D. (2005): Verifying the Multi-dimensional Nature of Metropolitan Land Use: Advancing the Understanding and Measurement of Sprawl. In: Journal of Urban Affairs, Vol. 27, No. 3, S. 235–259
- Dahlmann, I.; Gunreben, M.; Tharsen, J. (2001): Flächenverbrauch und Bodenversiegelung in Niedersachsen. In: Bodenschutz, Heft 3, S. 79–84
- Deutsche Umwelthilfe (2003a): Zukunftsfähige Kommune – Wettbewerb und Kampagne zur Unterstützung der Lokalen Agenda 21, Fragebogen 2002/2003 für Städte und Gemeinden unter 15 000 Einwohner. Radolfzell
- Deutsche Umwelthilfe (2003b): Zukunftsfähige Kommune. Wettbewerb und Kampagne zur Unterstützung der Lokalen Agenda 21. Radolfzell
- Deutscher Bundestag (2004): Reduzierung der zusätzlichen Flächennutzung für Verkehrs- und Siedlungszwecke. Große Anfrage der Abgeordneten Peter Götz et al. BT-Drucksache 15/3362. Berlin
- Deutscher Städtetag (2002): Strategisches Flächenmanagement und Bodenwirtschaft. Köln
- Deutscher Städtetag, Österreichischer Städtebund, Stadt Wien (1999): Initiative für Städtedialog II. Bericht zu Bausteinen einer nachhaltigen Stadtentwicklung in der Europäischen Union. Potsdam
- Deutsches Nationalkomitee HABITAT II (1996): Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Siedlungsentwicklung, hrsg. vom Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Bonn
- Dietmann, T. (1991): Studie über die Wirksamkeit von Landschaftsschutzverordnungen. In: Landschaftsschutzgebiete (LSG). Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Heft 96, S. 5–16 und Anhang S. 37–82
- Doetsch, P.; Rüpke, A. (1998): Revitalisierung von Altstandorten versus Inanspruchnahme von Naturflächen. UBA-Texte 15/98. Berlin: Umweltbundesamt

- Domhardt, H.-J.; Hilligardt, J. (2000): Das „Gewerbeflächenpotenzialmodell Saarland“. In: Raumforschung und Raumordnung, Heft 1, S. 24–34
- Dosch, F. (1996): Ausmaß der Bodenversiegelung und Potenziale zur Entsiegelung. Arbeitspapier 1/1996. Bonn: BfLR
- Dosch, F. (2001): Flächenverbrauch in Deutschland und Mitteleuropa. In: Terra-Tech, Heft 6/2001, S. 19–23
- Dosch, F. (2001a): Trends, Szenarien und Indikatoren des Flächenverbrauchs in Deutschland. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Versiegelt Österreich? Der Flächenverbrauch und seine Eignung als Indikator für Umweltbeeinträchtigungen, S. 18–25
- Dosch, F. (2002): Räumliche Facetten und Trends des Flächenverbrauchs. In: Rosenkranz, D. et al. (Hrsg.): Bodenschutz, Abschnitt 0510, 37 S.
- Dosch, F.; Jakubowski, P. (2006): Steigerung der Infrastruktur-Effizienz durch Flächenkreislaufwirtschaft. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 5/2006, S. 293–304
- Doubek, C.; Zanetti, G. (1999): Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte. Gutachten des Österreichischen Instituts für Raumplanung (ÖIR). Schriftenreihe Nr. 143. Wien: Österreichische Raumordnungskonferenz
- Downs, A. (1999): Some Realities about Sprawl and Urban Decline. In: Housing Policy Debate, Vol. 10, Issue 4, S. 955–974
- Earl, P. (2006): Soil protection and spatial planning in England. In: Local Land & Soil News, Nr. 18/19, S. 18–19
- Econtur – Internationale Agentur für nachhaltige Projekte (2001): Indikatoren für ein zukunftsfähiges Bremen – Ein Projekt im Rahmen der lokalen Agenda 21 in Bremen. www.econtur.de/indikatoren/bremen/indikator_home.html. Zugriff am 23.11.2004
- Ecoplan. Wirtschafts- und Umweltstudien (2000): Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten. Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung, des Staatssekretariats für Wirtschaft und des Amtes für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern. Bern
- Einig, K. (1999): Die Bedeutung der Raumplanung für den vorsorgenden Schutz des Bodens vor Versiegelung. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 8
- Einig, K. (2005): Probleme und Potenziale des Freiraumschutzes in verdichteten Räumen. In: Brickwedde, F. et al. (Hrsg.): Landnutzung im Wandel – Chance oder Risiko für den Naturschutz. 10. Internationale Sommerakademie St. Marienthal. Berlin, S. 71–76
- Einig, K. (2005b): Integration des Marktmechanismus in die Regionalplanung. In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.): Mengensteuerung der Siedlungsflächenentwicklung durch Plan und Zertifikat, Informationen zur Raumentwicklung, Heft 4/5, S. 281 ff.
- Einig, K. (2006): Zukunft der baulichen Flächeninanspruchnahme: Einfluss des Baulandangebots und der Wohnungsbaunachfrage. Bonn (unveröff. Manuskript)
- Einig, K.; Siedentop, S. (1999): Stoffströme in Großstadregionen als kumulative Wirkungen von Flächennutzungsentscheidungen. In: Friedrichs, J.; Hollaender, K. (Hrsg.): Theorie stadtökologischer Forschung, S. 61–82
- Einig, K.; Spiecker, M. (2002): Die rechtliche Zulässigkeit regionalplanerischer Mengenziele zur Begrenzung des Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstums. In: Zeitschrift für Umweltrecht, Sonderheft 2002, 150 ff.
- Esswein, H.; Jaeger, J.; Schwarz-von Raumer, H.-G.; Müller, M. (2002): Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg. Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Nr. 214. Stuttgart
- Esswein, H.; Schwarz-von Raumer, H.-G. (2004): Analyse der Landschaftszerschneidung in Hessen. Gutachten im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Stuttgart: Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart
- European Land and Soil Alliance ELSA e. V. (2003): „Augsburger Erklärung“ zur Förderung des Bewusstseins und des verstärkten Handelns zum Schutz des Bodens und Kommunen. Augsburg
- Ewing, R. (1997): Is Los Angeles Sprawl Desirable? Journal of the American Planning Association, Vol. 63, S. 107–126
- Ewing, R.; Cervero, R. (2001): Travel and the Built Environment. A Synthesis. In: Transportation Research Record 1780 (Paper No. 01-3515), S. 87–114

- Ewing, R.; Pendall, R.; Chen, D. (2002): *Measuring Sprawl and its impacts*. Washington: Smart Growth America
- Expert Group on the Urban Environment (2001): *Towards more sustainable urban land use: Advice to the European Commission for policy and action*
- FEST – Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft e. V. (2000): *Leitfaden – Indikatoren im Rahmen einer lokalen Agenda 21*. Darmstadt
- Finke, L.; Birkmann, J.; Strauss, K.; Beyer, H.; Mitarbeit von Arendt, T.; Castor, J.; Elbe, S.; Jochlik, T.; Löhring, H.; Morosin, A. (2001): *Erarbeitung eines Indikatorenmodells zur Nachhaltigkeit räumlicher Entwicklungen in Nordrhein-Westfalen*. In: ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): *Nachhaltigkeitsindikatoren. Wegweiser für die räumliche Entwicklung in Nordrhein-Westfalen*. Dortmund
- Flacke, J. (2003): *Nachhaltigkeit und GIS. Räumlich differenzierende Nachhaltigkeitsindikatoren in kommunalen Informationsinstrumenten zur Förderung einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung*. In: *Raumforschung und Raumordnung*, Heft 3, S. 150–159
- Forman, R. T. T. (1998): *Land Mosaics – the ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press
- Frank, D.; Storath, C.; Stumpf, J. (1994): *Mindestsiedlungsdichte für den ÖPNV*. In: *Internationales Verkehrswesen*, Heft 1+2, S. 25–31
- Frenkel, A.; Ashkenazi, M. (2005): *Measuring Urban Sprawl: How Can We Deal with it?* Haifa: Faculty of Architecture and Town Planning, and Center for Urban and Regional Studies, Technion-Israel Institute of Technology
- Fritz, D. (1978): *Obst- und Gartenbau im Umland von Verdichtungsgebieten*. In: *Deutscher Rat für Landespflege* (Hrsg.): *Verdichtungsgebiete, Städte und ihr Umland*. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 30, S. 695–699
- Gälzer, R. (1987): *Vergleich der Grünsysteme europäischer Großstädte mit jenem von Wien*. Wissenschaftliche Studie im Auftrag der Magistratsverwaltung 18 – Stadtstrukturplanung. Beiträge zur Stadtforschung, Stadtentwicklung und Stadtgestaltung, Band 17. Wien
- Galster, G.; Hanson, R.; Wolman, H.; Coleman, S. (2001): *Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept*. In: *Housing Policy Debate*, Vol. 12, Issue 4, S. 681–717
- Gassner, E.; Heckenbücker, B.; Thünker, H. (1986): *Entwicklung des Erschließungsaufwandes nach Flächeninanspruchnahme, Bau- und Bodenkosten: Eine Untersuchung für Verhältnisse im Verdichtungsraum und im ländlichen Siedlungsraum*. Forschungsbericht. Informationszentrum Raum und Bau, Fraunhofer-Gesellschaft, T 1845. Stuttgart
- Gawlak, C. (2001): *Unzerschnittene verkehrsarme Räume in Deutschland 1999*. In: *Natur und Landschaft*, Heft 11, S. 481–484
- Gharandjedaghi, B.; Heimann, R.; Lenz, K.; Martin, C.; Pieper, V.; Schulz, A.; Vahabzadeh, A.; Finck, P.; Riecken, U. (2004): *Verbreitung und Gefährdung schutzwürdiger Landschaften in Deutschland*. In: *Natur und Landschaft*, Heft 2, S. 71–81
- Giegrich, J.; Möhler, S.; Borken, J. (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg) (2003): *Entwicklung von Schlüsselindikatoren für eine Nachhaltige Entwicklung*. Heidelberg
- Glaeser, E. L.; Kahn, M. E. (2003): *Sprawl and Urban Growth*. Cambridge, MA: Harvard Institute of Economic Research, Harvard University
- Gössel, J.; Siedentop, S. (2000): *GIS-gestützte Analyse der städtischen Freiraumverfügbarkeit – Baustein für die umweltorientierte Flächennutzungsplanung*. In: *Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2000*, S. 186–193
- Gutsche, J. M. (2003): *Verkehrserzeugung potenzieller Standorte für neue Wohngebiete im Großraum Hamburg*. ECTL Working Papers, Nr. 23. Hamburg: TU Hamburg-Harburg, European Centre for Transportation and Logistics
- Haack, W. (2004): *Nicht nur kleine Korrekturen*. Leserbrief in der FAZ, 26.11.2004, S. 48
- Haaren, C. von; Nadin, V. (2003): *Die Flächeninanspruchnahme in Deutschland im Vergleich mit der Situation in England*. In: *Raumforschung und Raumordnung*, Heft 5, S. 345–356

- Harris, T. F.; Ioannides, Y. M. (2000): Productivity and metropolitan density. Medford, MA: Department of Economics, Tufts University
- Hauger, G. (2001): Ökologische Bewertung der Flächeninanspruchnahme durch Verkehrsinfrastruktur. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Versiegelt Österreich? Der Flächenverbrauch und seine Eignung als Indikator für Umweltbeeinträchtigungen, S. 53–62
- Heber, B.; Lehmann, I. (1993): Stadtstrukturelle Orientierungswerte für die Bodenversiegelung in Wohngebieten. IÖR-Schriften, Band 05. Dresden: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
- Heiland, S.; Reinke, M.; Siedentop, S.; Draeger, T.; Knigge, M.; Meyer-Uhlendorf, N.; Blobel, D. (2004): Flächeninanspruchnahme – naturschutzpolitische Strategien, Instrumente und Maßnahmen, Teilvorhaben: Status-Quo-Analyse, Teil 1. BfN-Skripten 176. Bonn: Bundesamt für Naturschutz
- Heiland, S.; Tischer, M.; Döring, T.; Pahl, T.; Jessel, B. (2003): Indikatoren zur Zielkonkretisierung und Erfolgskontrolle im Rahmen der lokalen Agenda 21. Endbericht. Berlin. www.umweltbundesamt.de/rup/lokale-agenda.html, Kurzversion erschienen in der Reihe UBA-Texte, Bd. 67/03. Berlin. Zugriff am 01.11.2004
- Hezel, D.; Höfler, H.; Kandel, L.; Linthart, A. (1984): Siedlungsformen und soziale Kosten. Frankfurt a. M.
- Hille, J. (1997): The Concept of Environmental Space. Implications for Policies, Environmental Reporting and Assessments. Expert's corner, no. 1997/2. Copenhagen: European Environmental Agency
- Hoffmann, U. (1999): Städtebauliche Dichte und Stadtklima. In: Landeshauptstadt Stuttgart, Stadtplanungsamt (Hrsg.): Städtebauliche Dichte – Stadtleben und Lebensqualität in Stuttgart. Stuttgart, S. 19–20.
- Holtzclaw, J. (1994): Using residential patterns and transit to decrease auto dependence and costs. San Francisco, CA: Natural Resources Defence Council
- Hübler, K.-H. et al. (2000): Weiterentwicklung und Präzisierung des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung in der Regionalplanung und regionalen Entwicklungskonzepten, Forschungsbericht 296 16 139, UBA-FB 000134, UBA-Texte 59/00. Berlin
- Humpert, K.; Brenner, K.; Becker, S. (1996): Von Nördlingen bis Los Angeles – fraktale Gesetzmäßigkeiten der Urbanisation. In: Spektrum der Wissenschaft, Juni 1996, S. 18–22
- ILS (Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung) (1999): Baulandentwicklung an der Schiene. Düsseldorf: Ministerium für Arbeit, Soziales und Stadtentwicklung, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen
- ILS (2005): Quartalsberichte zur Landesentwicklung. Flächeninanspruchnahme. Ausgabe 1/2005. Dortmund
- Ismaier, F. (2000): Konzeptionelle und methodische Anforderungen an Nachhaltigkeitsindikatoren auf lokaler und regionaler Ebene. In: Nachhaltigkeitsindikatoren – für eine ausgewogene Entwicklung von Gemeinden, Kreisen, Städten und Regionen; Dietrichs, Fritzsche, Ismaier (Hrsg.), Studien zur Raumplanung Nr. 3, München, S. 39–52
- Jaeger, J. (2000): Landscape Division, Splitting Index, and Effective Mesh Size: New Measures of Landscape Fragmentation. In: Landscape Ecology, Vol. 15, S. 115–130
- Jaeger, J. (2002): Landschaftszerschneidung. Eine transdisziplinäre Studie gemäß dem Konzept der Umweltgefährdung. Stuttgart
- Jaeger, J.; Esswein, H.; Schwarz-von Raumer, H.-G.; Müller, M. (2001): Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg. Ergebnisse einer landesweiten räumlich differenzierten quantitativen Zustandsanalyse. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, Heft 10, S. 305–317
- Jaeger, J.; Holderegger, R. (2005): Schwellenwerte der Landschaftszerschneidung. In: GAIA, Heft 2, S. 113–118
- Jakubowski, P.; Zahrt, M. (2003): Nur noch 30 Hektar Flächenverbrauch pro Tag. Vor welchen Anforderungen stehen wir? In: Raumforschung und Raumordnung, Heft 3, S. 195–197
- Kagermeier, A. (1997): Siedlungsstrukturell bedingter Verkehrsaufwand in großstädtischen Verflechtungsbereichen. In: Raumforschung und Raumordnung, Heft 4/5, S. 316–326
- Kaule, G. (2002): Umweltplanung. Stuttgart

- KGSt (Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsvereinfachung): Nachhaltigkeitsindex NAX (2005). www.nachhaltigkeitsindex.de/. Zugriff am 13.07.2005
- Kloke, A. (1987): Umweltstandards. Materialien für Raumordnung und Landesplanung. In: ARL (Hrsg.): Wechselseitige Beeinflussung von Umweltvorsorge und Raumordnung. Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 165, S. 133–177
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2002): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss sowie an den Ausschuss der Regionen. Brüssel
- Kompetenzzentrum für Nachhaltige Entwicklung des Kantons Bern (2004): Berner Nachhaltigkeitskompass – Leitfaden. Bern
- Küpfer, C. (1992): Biotisches Ertragspotenzial: Bedeutung und Gewichtung in der Landschaftsplanung. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, Heft 6, S. 221–225
- Länderinitiative für einen länderübergreifenden Kernindikatorenansatz (LIKI) (2005): Kennblätter der 24 Kernindikatoren. Stand 25.07.2005. <http://www.blak-ne.de/index2.php?seite=40500>. Zugriff am 13.09.2005
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2003): Kommunales Flächenmanagement. Karlsruhe
- Landeshauptstadt München (1996): Münchner Entsiegelungsprogramm, Versiegelung. Kurzübersicht zu beiliegender Stadtratsvorlage für den Umweltausschuss. München: Landeshauptstadt München, Umweltschutzreferat
- Landesregierung Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2004): Nachhaltigkeitsstrategie Zukunftsfähiges Schleswig-Holstein. Kiel
- Langer, H.; Hoppenstedt, A.; Müller, H.; Riedl, U.; Scholle, B. (1993): Das Landschaftsschutzgebiet als Planungsinstrument eines umfassenden Landschaftsschutzes. Bewertung – Effektivierung – Weiterentwicklung. Forschungsbericht des BMU. Berichte 6/93. Bonn
- Lassen, D. (1987): Unzerschnittene Verkehrsarme Räume über 100 km² in der Bundesrepublik Deutschland – Fortschreibung 1987. In: Natur und Landschaft, Heft 12, S. 532–535
- Lavalle, C.; McCormick, N.; Kasanko, M.; Demichelli, L.; Barredo, J.; Turchini, M. (2002): Monitoring, Planning and Forecasting dynamics in European Areas – The Territorial Approach as Key to Implement European Policies. In: Schrenk, M. (Hrsg.): CORP 2002 Geo-Multimedia – Computergestützte Raumplanung. Beiträge zum 7. Symposium zur Rolle der Informationstechnologie in der und für die Raumplanung, 27.02.-01.03.2002. Wien: TU Wien, S. 367–373
- Lenkungsgruppe „Lokale Agenda 21“ (2003): Nachhaltigkeitsbericht Landkreis Oberhavel – 1. Fortschreibung. Oranienburg. www.oberhavel.de/index.php3?wes=8941aee5f472c0915&l_id=1488. Zugriff am 28.11.2004
- Losch, S.; Nake, R. (1989): Direkte und indirekte Flächenansprüche der technischen Infrastruktur als Problem des Bodenschutzes. In: BfLR (Hrsg.): Flächeninanspruchnahme durch Hochspannungsleitungen. Symposium am 04./05.05.1988 in Wiesbaden; BfLR-Arbeitspapier, Heft 34, S. 1–40
- Majer, H. et al. (1996): Regionale Nachhaltigkeitslücken, Ökologische Berichterstattung für die Ulmer Region. Berlin
- McGarigal, K.; Marks, B. J. (1994): Fragstats. Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Corvallis/OR: Forest Science Department, Oregon State University
- Meinel, G.; Hecht, R. (2005): Bestimmung des blockbezogenen Grünvolumens für die Fläche der Stadt Dresden auf Basis von Laserscannerdaten. Abschlussbericht eines Forschungsvorhabens im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden. Dresden: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
- Meinel, G.; Hernig, A. (2005): Inwertsetzung von Geobasisdaten für Fachanwendungen am Beispiel der Bodenversiegelungserhebung auf Grundlage des ATKIS Basis-DLM. In: Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation, Heft 14; 25. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF. Rostock, S. 83–91
- Meinel, G.; Neumann, K. (2003): Flächenentwicklung der Stadtregion Dresden seit 1790 – Methodik und Ergebnisse eines Langzeit-Monitorings. In: Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation, Heft 5, S. 409–422

- Meinel, G.; Winkler, M. (2003): 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. In: Benes, T. (Ed.): Geoinformation for European-wide Integration. Proceedings of the 22nd Symposium of the European Association of Remote Sensing Laboratories, Prague, 04.-06.06.2002. Rotterdam, S. 539–546
- Ministerium für Umwelt des Saarlandes: Saarland-Agenda. http://www.umwelt.saarland.de/1765_11885.htm. Zugriff am 30.11.2004
- Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (2004): Nachhaltigkeitsindex zum Modellprojekt nachhaltiger Wohnungsbau. www.mir.brandenburg.de/cms/media.php/2239/kosten-nutzenuntersuchung.pdf. Zugriff am 20.07.2005.
- Ministerkonferenz für Raumordnung (1995): Raumordnungspolitischer Handlungsrahmen. Bonn
- MISEREOR und KGSt (2003): Kennzahlensystem Lokale Agenda 21 im Rahmen des Projektes „Kommune in der Welt“ – Auszug (<http://www.misereor.de/aktiv/seite449.shtml>, Stand: Dezember 2000
- Motzkus, A. (2001): Verkehrsmobilität und Siedungsstrukturen im Kontext einer nachhaltigen Raumentwicklung von Metropolregionen. In: Raumforschung und Raumordnung, Heft 2/3, S. 192–202
- Müller, B.; Siedentop, S. (2004): Wachstum und Schrumpfung in Deutschland – Trends, Perspektiven und Herausforderungen für die räumliche Planung und Entwicklung. In: Deutsche Zeitschrift für Kommunalwissenschaften, 43. Jg., Heft 1, S. 14–32
- MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (2003): Für ein zukunftsfähiges NRW – Leitbilder, Ziele und Indikatoren, Düsseldorf. (<http://www.agenda21.nrw.de>)
- NABU (Naturschutzbund Deutschland) (2004): Mit handelbaren Flächenausweiskontingenten zum Ziel?. Bonn
- NBBW (Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg) (2004): Neue Wege zu einem nachhaltigen Flächenmanagement in Baden-Württemberg. Stuttgart
- Naess, P. (1995): Urban form and energy use for transport. A Nordic experience. Trondheim: Norwegian Institute of Technology
- Natural Resources Defense Council (1998): Another Cost of Sprawl. The Effects of Land Use on Wastewater Utility Costs. New York
- Newman, P.; Kenworthy, J. (1989): Gasoline Consumption and Cities. A Comparison of U.S. Cities with a Global Survey. In: Journal of the American Planning Association, Vol. 55, S. 24–37
- Nohl, W.; Zekom, S. (1995): Erholungsrelevante Freiflächenversorgung für das Stadtgebiet. Studie im Auftrag der Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung. Schriftenreihe zur Stadtentwicklung. München
- Office of the Deputy Prime Minister (2000): Planning Policy Guidance 3: Housing. London
- Owens, S. (1992): Energy, Environmental Sustainability and Land-Use Planning. In: Breheny, M. J. (Ed.): Sustainable Development and Urban Form. S. 79–105
- Pastille (2002a): Indicators into Action: Local Sustainability Indicator Sets in their Context, Endbericht des Projektes Promoting Action for Sustainability at the Local Level in Europe (<http://www.lse.ac.uk/Depts/geography/Pastille>)
- Pastille (2002b): Indicators into Action: A Practitioners Guide for Improving their Use at the Local Level (<http://www.lse.ac.uk/Depts/geography/Pastille>)
- Penn-Bressel, G. (2005): Begrenzung der Landschaftszerschneidung bei der Planung von Verkehrswegen. In: GAIA, Heft 2, S. 130–134
- Petz, K. C. (2001): Vergleichende Abschätzung des Flächenverbrauchs in Österreich. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Versiegelt Österreich? Der Flächenverbrauch und seine Eignung als Indikator für Umweltbeeinträchtigungen, S. 10–17
- Pohl, D. (1992): Stand der Ausweisung der LSG in Niedersachsen am 31.12.1991 einschließlich Auswertung von Verordnungsinhalten. In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 7/1992, S. 217–300

- Portz, N. (2004): Entwicklungschancen in Kommunen erhalten. DStGB-Position zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme. In: Stadt und Gemeinde. Nr. 3/2004, S. 88–90
- Rach, D. (1987): Landschaftsverbrauch in der Bundesrepublik. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 1/2, S. 27–43
- Real Estate Research Corporation (1974): The Costs of Sprawl: Detailed Cost Analysis. Prepared for the Council on Environmental Quality, the Office of Policy Development and Research, Department of Housing and Urban Development, the Office of Planning and Management, Environmental Protection Agency. Washington D.C.
- Reid, L. M. (1998): Cumulative watershed effects: Caspar Creek and beyond. In: Ziemer, R. (Ed.): Proceedings of the conference on coastal watersheds: the Caspar Creek Story, pp. 117–127. USDA Forest Service Gen. Techn. Rep. PSW-GTR-168. Albany, California
- Renn, O.; León, C.; Clar, G. (2000a): Nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg, Statusbericht 2000 – Kurzfassung, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart
- Renn, O.; León, C.; Clar, G. (2000b): Nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg, Statusbericht 2000 – Langfassung, Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Nr. 173. Stuttgart
- Roedenbeck, I. A.; Esswein, H.; Köhler, W. (2005): Landschaftszerschneidung in Hessen. Entwicklung, Vergleich zu Baden-Württemberg und Trendanalyse als Grundlage für ein landesweites Monitoring. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, Heft 10, S. 293–300
- Sachs, N.; Kaule, G.; Güthler, M.; Klamt, C.; Krewitt, W.; Friedrich, R. (o. J.): Vorprojekt zur Entwicklung und Anwendung eines räumlich differenzierten Indikatorensystems zur Messung einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg. Abschlussbericht. Stuttgart: Universität Stuttgart
- Schiller, G. (2002): Erschließungsaufwand für Wohngebiete – Ansatzpunkt für Ressourcenschonung. In: Bundesbaublatt, 51. Jg., Heft 12, S. 26–27
- Schiller, G.; Siedentop, S. (2005): Infrastrukturfolgekosten der Siedlungsentwicklung unter Schrumpfbedingungen. In: DISP 160, S. 83–93
- Schmidthals, M. et al. (2004): Berliner Nachhaltigkeitsindex – B-NAX, Abschlussbericht zum Projekt. www.ufu.de/sites/institut/klimaschutz/b-nax/b-nax-dez04.pdf. Zugriff am 10.08.2005.
- Schopp, D. (1991): Unzerschnittene verkehrssarme Räume in Niedersachsen. Landesbezogene Aussagen einer Studie der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie. In: Informationsdienst für Naturschutz Niedersachsen, Heft 1/91, S. 2–6
- Schueler, T. R. (1994): The importance of imperviousness. In: Watershed Protection Techniques, Vol. 1 (3), S. 100–111
- Schuhmacher, U.; Walz, U. (2000): Landschaftszerschneidung durch Infrastrukturtrassen. In: Institut für Länderkunde Leipzig (Hrsg.): Nationalatlas der Bundesrepublik Deutschland, Band 10: Freizeit und Tourismus, S. 132–135
- Schupp, D. (2005): Umweltindikator Landschaftszerschneidung. Ein zentrales Element zur Verknüpfung von Wissenschaft und Politik. In: GAIA, Heft 2, S. 101–106
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz (1993): Umweltatlas. Erste Gesamtberliner Ausgabe. Berlin
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz (2004): Umweltatlas, Teil 01.02 (Bodenversiegelung). Berlin
- Senior, M. L.; Webster, C. J.; Blank, N. E. (2004): Residential preferences versus sustainable cities. In: Town Planning Review, Vol. 75, Heft 3, S. 337–357
- Siedentop, S. (1997): Ökologische Tragfähigkeit von Städten. IÖR-Texte 110. Dresden: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
- Siedentop, S. (1999): Kumulative Landschaftsbelastungen durch Verstädterung. Methodik und Ergebnisse einer vergleichenden Bestandsaufnahme in sechs deutschen Großstadtreionen. In: Natur und Landschaft, Heft 4, S. 146–155
- Siedentop, S. (2005): Urban Sprawl – verstehen, messen, steuern. Ansatzpunkte für ein empirisches Mess- und Evaluationskonzept der urbanen Siedlungsentwicklung. In: DISP 160, S. 23–35

- Siedentop, S.; Kausch, S. (2004): Die räumliche Struktur des Flächenverbrauchs in Deutschland. Eine auf Gemeindedaten basierende Analyse für den Zeitraum 1997 bis 2001. In: Raumforschung und Raumordnung, Heft 1, S. 36–49
- Siedentop, S.; Kausch, S.; Einig, K.; Gössel, J. (2003): Siedlungsstrukturelle Veränderungen im Umland der Agglomerationsräume. Forschungen, Band 114. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
- Siedentop, S.; Meinel, G. (2004): CORINE Land Cover 2000 in Nation-wide and Regional Monitoring of Urban Land Use and Land Consumption. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for Environmental Applications. UBA-Texte 04/04, S. 162–169
- Singer, C. (1995): Stadtökologisch wertvolle Freiflächen in Nordrhein-Westfalen. ILS-Schriften, Heft 96. Dortmund: Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen
- Sperry, S. L. (2004): Measuring Sprawl's Consequences: Linking Biodiversity Change with Development Planning. Paper presented at ESRI 2004 International User Conference. Clemson/SC: Clemson University
- Spiekermann, K.; Wegener, M. (2001): SPARTACUS (System for Planning and Research in Towns and Cities for Urban Sustainability). www.irpud.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/sparta/sparta.htm. Zugriff am 24.11.2004
- SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (2000): Umweltgutachten 2000. Schritte ins nächste Jahrtausend. Stuttgart
- SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (2002): Für eine Stärkung und Neuorientierung des Naturschutzes. Sondergutachten. Stuttgart
- SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (2004): Umweltgutachten 2004. Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern. Stuttgart
- Stadt Augsburg (2000): Indikatoren für Nachhaltigkeit in Augsburg. Augsburg. www.augsburg.de/Seiten/augsburg_d/index/i_umwelt.shtml.
- Stadt Bad Harzburg, AGIMUS GmbH (1997): Kommunales Öko-Controlling, Leitfaden zum Pilotprojekt der Stadt Bad Harzburg. Bad Harzburg
- Stadt Güstrow (2004): Städte der Zukunft – Experimenteller Wohnungs- und Städtebau – Modellstadt Güstrow. www.guestrow.de/rathaus/agenda/exwost.html. Zugriff am 01.12.2004
- Stadt Immenstadt (2001): Nachhaltigkeitsbericht 2001 – Eine Bewertung der nachhaltigen Entwicklung aus der Sicht des Stadtrats, der Verwaltung und der Immenstädter Agenda-Gruppen. Immenstadt im Allgäu
- Stadt Leipzig (2003): Indikatoren für eine nachhaltige Umweltentwicklung in Leipzig. Leipzig
- Stadt München (2000): Projekt Kompass Nachhaltigkeit: Indikatoren für Nachhaltige Entwicklung im Rahmen der lokalen Agenda 21 München, München.
- Stadt Syke (2002): Nachhaltigkeitsbericht der Stadt Syke 2002. www.syke.de/7/Nachhaltigkeitsbericht_Syke.pdf. Zugriff am 01.10.2002.
- Stadt Winterthur (1998): Vademecum zur nachhaltigen Kommunalpolitik. Winterthur/Schweiz
- Stauch, C. (2000): GIS als entscheidungsunterstützendes Werkzeug in der Verkehrsplanung – am Beispiel von Flächenzerschneidung und Immissionsbelastung. Dissertation an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Stuttgart. Stuttgart
- Theobald, D. M.; Miller, J. R.; Thompson Hobbs, N. (1997): Estimating the cumulative effects of development on wildlife habitat. In: Landscape and Urban Planning, Vol. 39, S. 25–36
- Thinh, N. X. (2002): Entwicklung von AML-Programmen zur räumlichen Analyse der Flächennutzungsmuster von 116 kreisfreien Städten in Deutschland. In: Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation (PFG), Heft 6/2002, S. 209–422
- Thinh, N. X. (2004): Entwicklung von Maßen zur Charakterisierung und Bewertung der physischen und funktionalen Kompaktheit von Stadtregionen. In: Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation (PFG), Heft 3/2004, S. 221–232
- TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) (2000): Flächenversiegelung in Thüringen 2000. Schriftenreihe der TLUG, Nr. 48. Jena

- Torrens, P. M.; Alberti, M. (2000): *Measuring Sprawl*. CASA Paper 27. London: Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London
- UBA (Umweltbundesamt) (2003): *Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr*. Materialienband. UBA-Texte 90/03. Berlin
- UBA (2004): *Hintergrundpapier: Flächenverbrauch, ein Umweltproblem mit wirtschaftlichen Folgen*. Berlin
- UBA (2005): *Deutscher Nachhaltigkeitsindex (DUX)*. www.umweltbundesamt.de/dux/dux.htm. Zugriff am 18.07.2005
- Umweltbundesamt Österreich (2001): *Umweltsituation in Österreich*. Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft an den Nationalrat. Wien
- Wackernagel, M. et al. (2005): *Europe 2005. The Ecological Footprint*. Brüssel: WWF European Policy Office
- Waterstraat, A.; Baier, H.; Holz, R.; Spieß, H.-J.; Ulbricht, J. (1996): *Unzerschnittene, störungsarme Landschaftsräume – Versuch der Beschreibung eines Schutzgutes*. In: Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.): *Die Bedeutung unzerschnittener, störungsarmer Landschaftsräume für Wirbeltierarten mit großen Raumansprüchen – ein Forschungsprojekt*; Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern, Heft 1, S. 5–24
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen) (1994): *Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden (Jahresgutachten 1994)*. Bonn
- Wendland, F.; Albert, H.; Bach, M.; Schmidt, R. (Hrsg.) (1993): *Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland*. Rasterkarten zu geowissenschaftlichen Grundlagen, Stickstoffbilanzgrößen und Modellergebnissen. Berlin
- Weser, C. (2005): *Analyse und indikatoren-gestützte Bewertung der Brachflächen der Stadt Dresden hinsichtlich ihrer Revitalisierungs- und Renaturierungseignung mittels Fernerkundung und GIS*. Diplomarbeit am Institut für Geographie der TU Dresden. Dresden
- Westholm, H. (1999): *Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung der Gemeinde Ganderkesee*. In: *Kommunal aktiv (Öko-Institut e. V)*. Hotline 2/99
- Wolman, H.; Galster, G.; Hanson, R.; Ratcliffe, M.; Furdell, K.; Sarzynski, A. (2005): *The Fundamental Challenge in Measuring Sprawl. Which Land Should be Considered?*. In: *The Professional Geographer*, Vol. 57, No. 1, S. 94–105
- Wrbka, T.; Peterseil, J.; Szerencsits, E.; Kiss, A. (2001): *Versiegelung, Zersiedelung, Zerschneidung und Fragmentierung – „Neue“ Indikatoren für die Belastung Österreichischer Landschaften?* In: Umweltbundesamt (Hrsg.): *Versiegelt Österreich? Der Flächenverbrauch und seine Eignung als Indikator für Umweltbeeinträchtigungen*, S. 79–96
- Young, C. H.; Jarvis, P. J. (2001): *Measuring Urban Habitat Fragmentation: an Example from the Black Country*. UK. In: *Landscape Ecology*, Vol. 16, S. 643–658
- Zillenbiller, E. (1974): *Freiräume in Verdichtungsräumen*. In: *Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.): Landespflege im mittleren Neckarraum*. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 23, S. 131–132

Verwendete Gesetzestexte:

Bundesraumordnungsgesetz (ROG) zuletzt geändert am 15.12.1997

Baugesetzbuch (BauGB) zuletzt geändert am 24.06.2004

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) zuletzt geändert am 04.04.2002

Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) zuletzt geändert am 17.03.1998

Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) zuletzt geändert am 18.06.2002

Baden-Württemberg: Gesetz zum Schutz der Natur, zur Pflege der Landschaft und über die Erholungsvorsorge in der freien Landschaft (Naturschutzgesetz – NatSchG) zuletzt geändert am 01.07.2004

Bayern: Gesetz über den Schutz der Natur, die Pflege der Landschaft und die Erholung in der freien Natur (Bayerisches Naturschutzgesetz – BayNatSchG) zuletzt geändert am 24.12.2002

Berlin: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege von Berlin (Berliner Naturschutzgesetz – NatSchGBln) zuletzt geändert am 17.12.2003

Brandenburg: Gesetz über den Naturschutz und die Landschaftspflege im Land Brandenburg (Brandenburgisches Naturschutzgesetz – BbgNatSchG) zuletzt geändert am 26.05.2004

Bremen: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bremisches Naturschutzgesetz – BremNatSchG) zuletzt geändert am 28.05.2002

Hamburg: Hamburgisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Hamburgisches Naturschutzgesetz – HmbNatSchG) zuletzt geändert am 06.09.2004

Hessen: Hessisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Hessisches Naturschutzgesetz – HeNatG) zuletzt geändert am 01.10.2002

Mecklenburg – Vorpommern: Gesetz zum Schutz der Natur und der Landschaft im Lande Mecklenburg – Vorpommern (LNatG M-V – Landesnaturschutzgesetz) zuletzt geändert am 24.06.2004

Niedersachsen: Niedersächsisches Naturschutzgesetz (NNatG) zuletzt geändert am 19.02.2004

Nordrhein-Westfalen: Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz – LG) zuletzt geändert am 19.02.2004

Rheinland-Pfalz: Landschaftspflegegesetz Rheinland-Pfalz (LPflG) zuletzt geändert am 12.05.2004

Saarland: Gesetz über den Schutz der Natur und die Pflege der Landschaft (Saarländisches Naturschutzgesetz – SNG) zuletzt geändert am 23.06.2004

Sachsen: Sächsisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (SächNatSchG) zuletzt geändert am 05.05.2004

Sachsen-Anhalt: Naturschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (NatSchG LSA) zuletzt geändert am 23.07.2004

Schleswig-Holstein: Gesetz zum Schutz der Natur (Landesnaturschutzgesetz – LNatschG) zuletzt geändert am 18.07.2003

Thüringen: Thüringer Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Thüringer Naturschutzgesetz – ThürNatG –) zuletzt geändert am 15.07.2003

„Projektleitung und Auftragnehmer danken den zahlreichen Anregungen aus dem Kreise des projektbegleitenden Beirates.“

Anhang

Anhang 1: Zur Plausibilität der statistischen Daten „Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung“

Wie in Abschnitt 3.3 dargelegt wurde, ist der Einsatz von Daten der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung zur Quantifizierung der Flächeninanspruchnahme im zeitlichen Verlauf eingeschränkt. Der Hauptgrund hierfür liegt derzeit in unterschiedlichen Realisierungsständen bei der Automatisierung der Liegenschaftskataster wie auch in der Umstellung der Statistik vom ALB auf ALKIS, wodurch es zu veränderten Nutzungsartenzuordnungen innerhalb der Nomenklatur kommen kann. Auch die Umstellung der in der DDR vorliegenden COLIDO Datenbasis auf das AdV-Nutzungsartenverzeichnis wirft nach wie vor statistische Probleme auf. Alle genannten Probleme äußern sich in scheinbaren Nutzungsänderungen, denen keine realen Umwidmungen der Bodennutzung gegenüberstehen. Derartige statistische Artefakte erschweren die Interpretation von Ergebnissen der Flächenerhebungen ganz erheblich (Deggau 2006, S. 213 u. 217).

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass statistische Artefakte mit zunehmender Kleinteiligkeit der Betrachtung zunehmen. Vor allem auf gemeindlicher Ebene lassen sich in vielen Fällen unplausible Werte antreffen, die keine Rückschlüsse auf den Umfang realer Nutzungsänderungen zulassen. Dies bedeutet aber gleichzeitig, dass die Analyse von Gemeindedaten am ehesten geeignet ist, Probleme der Flächenstatistik in ihrem quantitativen Ausmaß, ihrer sachlichen und räumlichen Struktur zu untersuchen und auf dieser Grundlage Schlussfolgerungen zur inhaltlichen Belastbarkeit der statistisch gemessenen Trends der Flächennutzung zu formulieren.

Die nachfolgende exkursartige Analyse der Plausibilität der Flächennutzung nach Art der tatsächlichen Nutzung bezieht gemeindegrenze Daten der Jahre 2000 und 2004 (jeweils 31.12.) ein. Ziel ist es, aus der Analyse dieses Datenbestandes Rückschlüsse auf

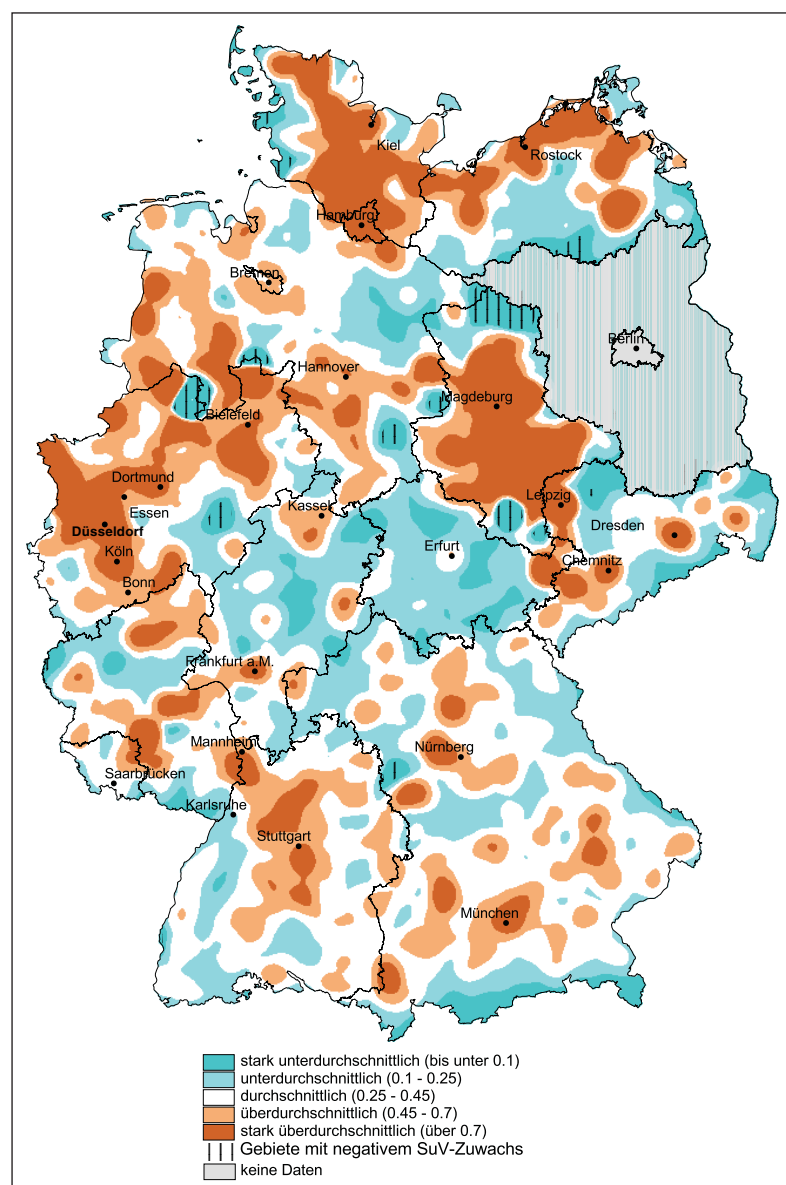
- regionale Häufungen von statistischen Artefakten zu gewinnen und
- Hinweise auf deren mögliche Ursachen abzuleiten.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens kann ein Qualitätstest gemeindegrenze Unplausibilitäten nicht im Einzelfall

nachgehen. Möglich sind aber qualitative Plausibilitätsprüfungen mithilfe von kartographischen Darstellungen der Flächenerhebungsdaten sowie Ausreißerbetrachtungen, die empirische Anhaltspunkte für sachliche oder teilräumliche Qualitätsprobleme der Statistik liefern.

Abbildung A-1 zeigt die Intensität der Flächeninanspruchnahme (Hektar SuV-Zuwachs je km² Katasterfläche) für den Zeitraum 2001 bis 2004. Wie ähnliche Abbil-

Abbildung A-1
Intensität der Flächeninanspruchnahme (R3) 2001-2004 in ha/km²

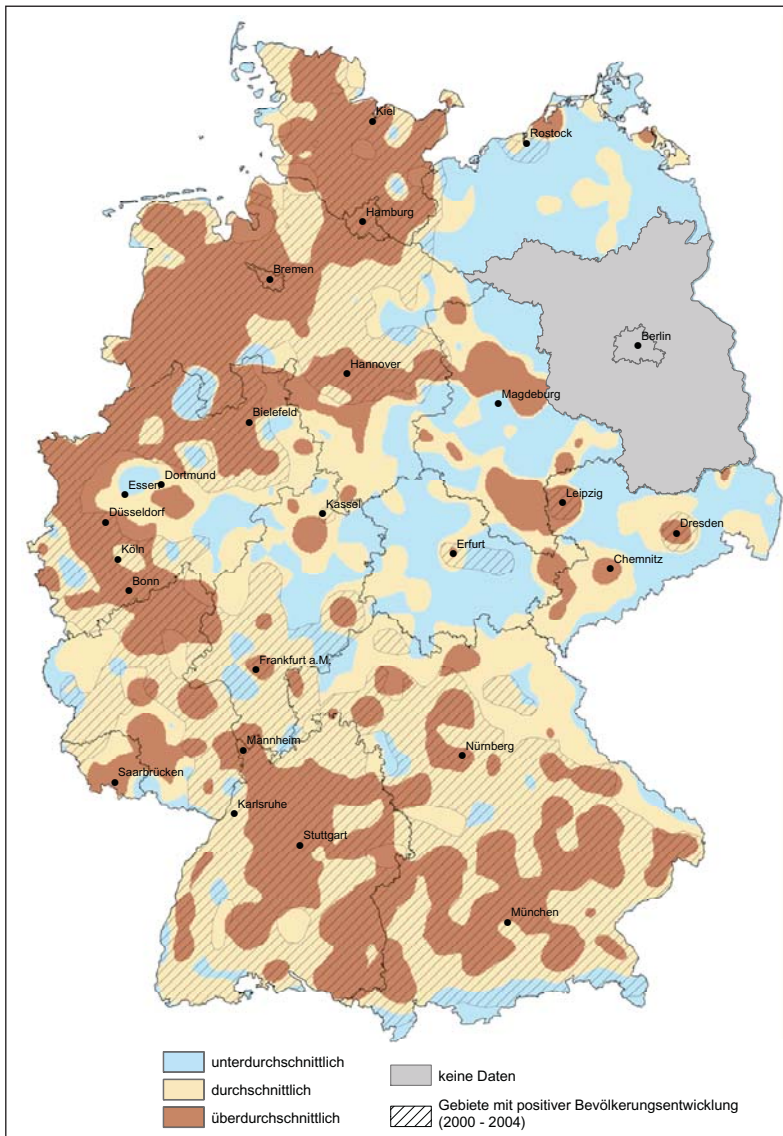


Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Statistischen Landesämter

dungen im Hauptteil dieses Forschungsberichtes ist auch diese Darstellung Ergebnis einer Interpolation von Gemeindedaten (Raster 1 km, Fangradius 20 km). Die Abbildung ist mit dem Bundesmittel (ca. 0,35 ha/km²) normiert, wodurch Gebiete mit unter- und überdurchschnittlicher Intensität der Flächeninanspruchnahme einfacher identifiziert werden können. In Westdeutschland fällt ein in den Agglomerationsräumen überdurchschnittlicher SuV-Zuwachs auf, der allerdings aufgrund der dort relativ hohen Wachstumsdynamik in diesem Zeitraum weitgehend plausibel erscheint. Gleiches gilt nicht für den weit überdurchschnittlichen Flächenverbrauch in Schleswig-Holstein mit Ausnahme des nördlichen Hamburger Umlands. Auch in Mecklen-

burg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt löst ein stark überdurchschnittlicher SuV-Zuwachs Zweifel an der Belastbarkeit der Daten der Flächenerhebung 2005 aus. Angesichts der schwachen ökonomischen Situation erscheint die hier für den Zeitraum 2001 bis 2004 statistisch ausgewiesene Flächeninanspruchnahme wenig wahrscheinlich. Als denkbare Ursache lassen sich Umschlüsselungen einzelner Nutzungsarten oder zeitliche Verzögerungen bei der Erfassung realer Nutzungsarten benennen. Da in Sachsen-Anhalt aber auch in der vorangegangenen Bilanzperiode (1997-2000) ein weit überdurchschnittlicher SuV-Zuwachs feststellbar war (Siedentop/Kausch 2004), erscheint Letzteres als alleinige Ursache eines überdurchschnittlichen Flächenverbrauchs kaum vorstellbar.

Abbildung A-2
Zunahme der Gebäude- und Freifläche 2001-2004 in ha/km²



Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Statistischen Landesämter

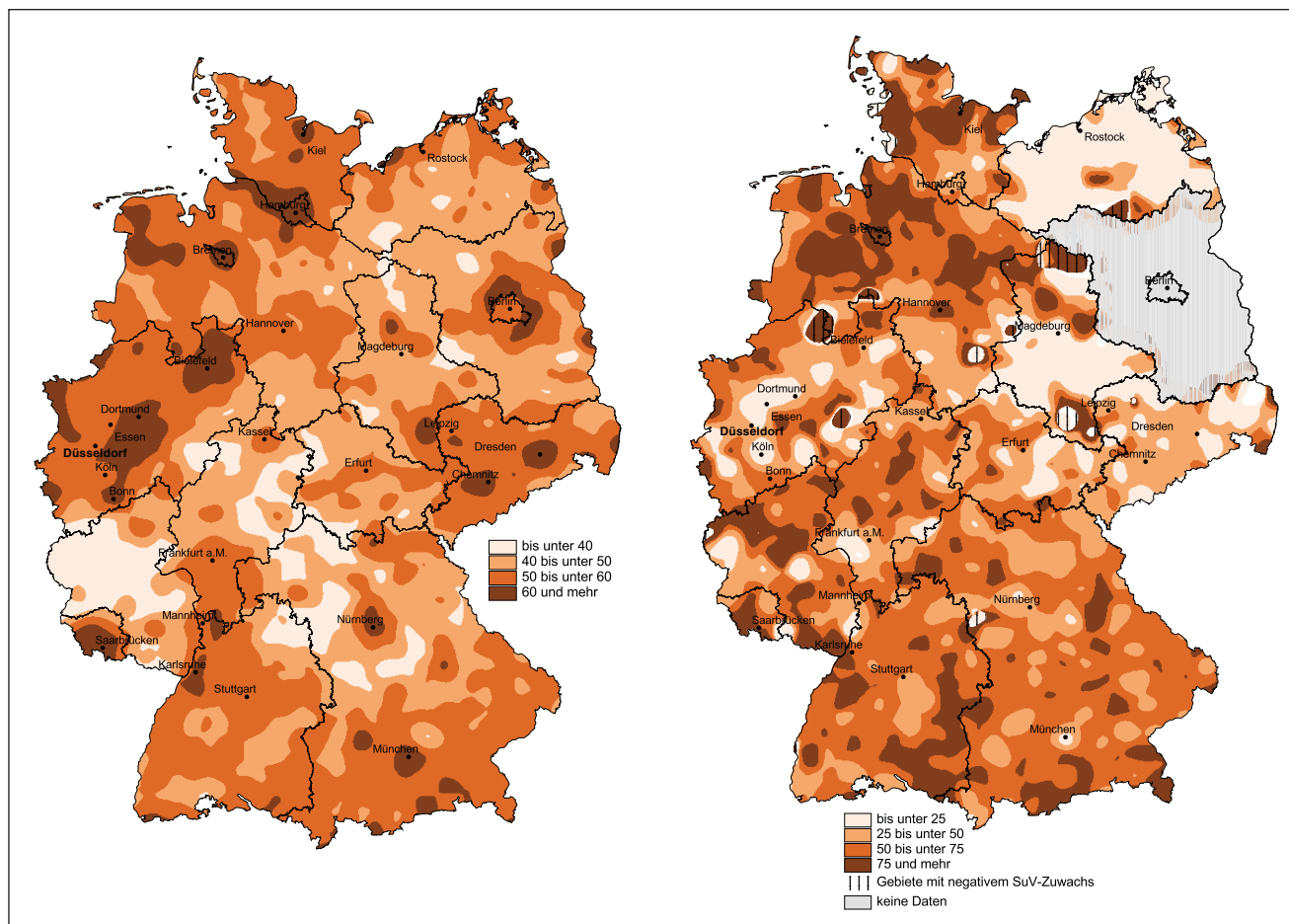
Detailliertere Hinweise auf mögliche Hintergründe möglicher statistischer Artefakte ergeben sich, wenn die Anteile der verschiedenen Siedlungs- und Verkehrsnutzungen an der SuV-Fläche sowie am SuV-Zuwachs betrachtet werden. Abbildung A-2 zeigt zunächst den Zuwachs der Gebäude- und Freifläche zwischen 2001 und 2004, ebenfalls indiziert auf den Bundesdurchschnitt (ca. 0,18 ha/km²). Die hier ersichtliche Verteilung von Gebieten mit überdurchschnittlichem Zuwachs erscheint weitaus plausibler im Vergleich zu Abbildung A-1. Mit wenigen Ausnahmen handelt es sich um Regionen oder Regionsteile mit hoher Bevölkerungsdynamik und überdurchschnittlicher wirtschaftlicher Entwicklung in den vergangenen Jahren. Umgekehrt zeigen Gebiete mit negativer Bevölkerungsentwicklung von wenigen Ausnahmen abgesehen eine unterdurchschnittliche Flächeninanspruchnahme.

Die Kategorie Gebäude- und Freifläche – so ein Zwischenfazit – ist somit möglicherweise von statistischen Problemen weniger betroffen als andere Siedlungs- und Verkehrsnutzungen. Aussagen zur Dynamik der Siedlungstätigkeit können sich damit eher auf die Entwicklung der Gebäude- und Freifläche als auf die Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche stützen.

Die Abbildung A-3 zeigt den Anteil der Gebäude- und Freifläche (GFF) an der SuV-Fläche im Jahr 2004 sowie den Anteil des GFF-Zuwachs am SuV-Zuwachs im Zeitraum zwischen 2001 und 2004. Im Bundesmittel beträgt der GFF-Anteil an der SuV-Fläche im Jahr 2004 ca. 52 %. Die räumliche Verteilung von Gebieten mit unter- und

Abbildung A-3

Anteil der Gebäude- und Freifläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche 2004 (linke Darstellung) und Anteil des Gebäude- und Freiflächenzuwachs am Siedlungs- und Verkehrszuwachs 2000 bis 2004 (rechte Darstellung) jeweils in %



Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Statistischen Landesämter

überdurchschnittlichem GFF-Anteil ergibt keine eindeutige räumliche Struktur. In der Tendenz zeigt sich aber, dass gering verdichtete Räume geringere GFF-Anteile aufweisen. Umgekehrt zeigen vor allem ländliche Räume einen überdurchschnittlichen GFF-Anteil am SuV-Zuwachs.

Einen deutlichen Hinweis auf eine unterschiedliche fachliche Führungspraxis der Vermessungsverwaltungen in den Bundesländern bietet Abbildung A-4, welche den Anteil der Erholungsflächen an der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2004 zeigt. Im Bundesmittel beträgt dieser Anteil etwa 7%.⁵⁷ Plausibel erscheint der höhere Grünflächenanteil in den Kernstädten und ihren hoch verdichteten Umlandräumen aufgrund der hier bestehenden höheren Freiflächennachfrage der Bevölkerung sowie einer höheren Ausstattung mit Sportinfrastruktur. Abbildung A-4 zeigt aber auch auffällige regionale Ballungen höherer Erholungsflächenanteile. Zu nennen ist hier

vor allem Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt. Hier werden verbreitet Werte von 12 bis 15 % angetroffen, was kaum der Realität der dort anzutreffenden Siedlungsstrukturen entsprechen dürfte. Eine Erklärung liegt möglicherweise in einer von den anderen Bundesländern abweichenden Zuordnungspraxis von stillgelegten und renaturierten Abbauflächen, städtischen Brachflächen oder Militärfächen innerhalb der Liegenschaftskataster. Die überdurchschnittlichen Werte entlang der Ostseeküste oder auch in Bodenseenähe haben ihre Ursache demgegenüber wahrscheinlich in touristischen Flächennutzungen wie Golfanlagen, größeren Bungalowsiedlungen oder sonstigen Freizeitnutzungen.

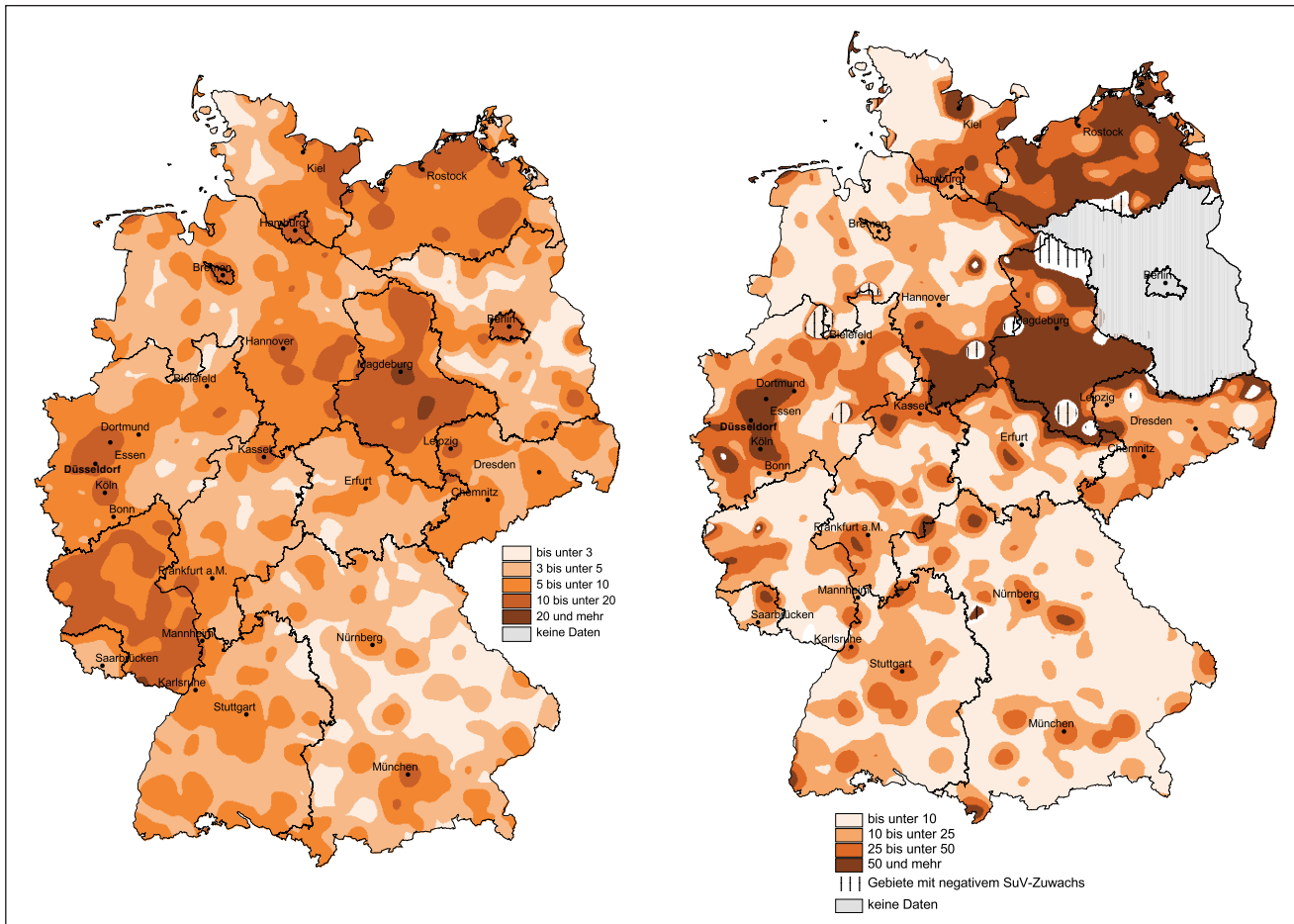
Die Darstellung des Anteils der Erholungsflächen am SuV-Zuwachs der Jahre 2001 bis 2004 lässt die fachlichen Probleme der Flächenstatistik besonders deutlich hervortreten. In großen Teilen Sachsen-Anhalts und Mecklenburg-Vorpommerns erreichen die

(57)

Der Anteil der Erholungsflächen an der SuV-Fläche ist nicht mit dem Indikator E3 „Durchgrünung des Siedlungsraumes“ gleichzusetzen, da dieser auch die Friedhofsflächen mit einschließt.

Abbildung A-4

Anteil der Erholungsflächen an der Siedlungs- und Verkehrsfläche 2004 (linke Darstellung) und Anteil des Erholungsflächenzuwachses am Siedlungs- und Verkehrsflächenzuwachs 2001 bis 2004 (rechte Darstellung) jeweils in %



Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten der Statistischen Landesämter

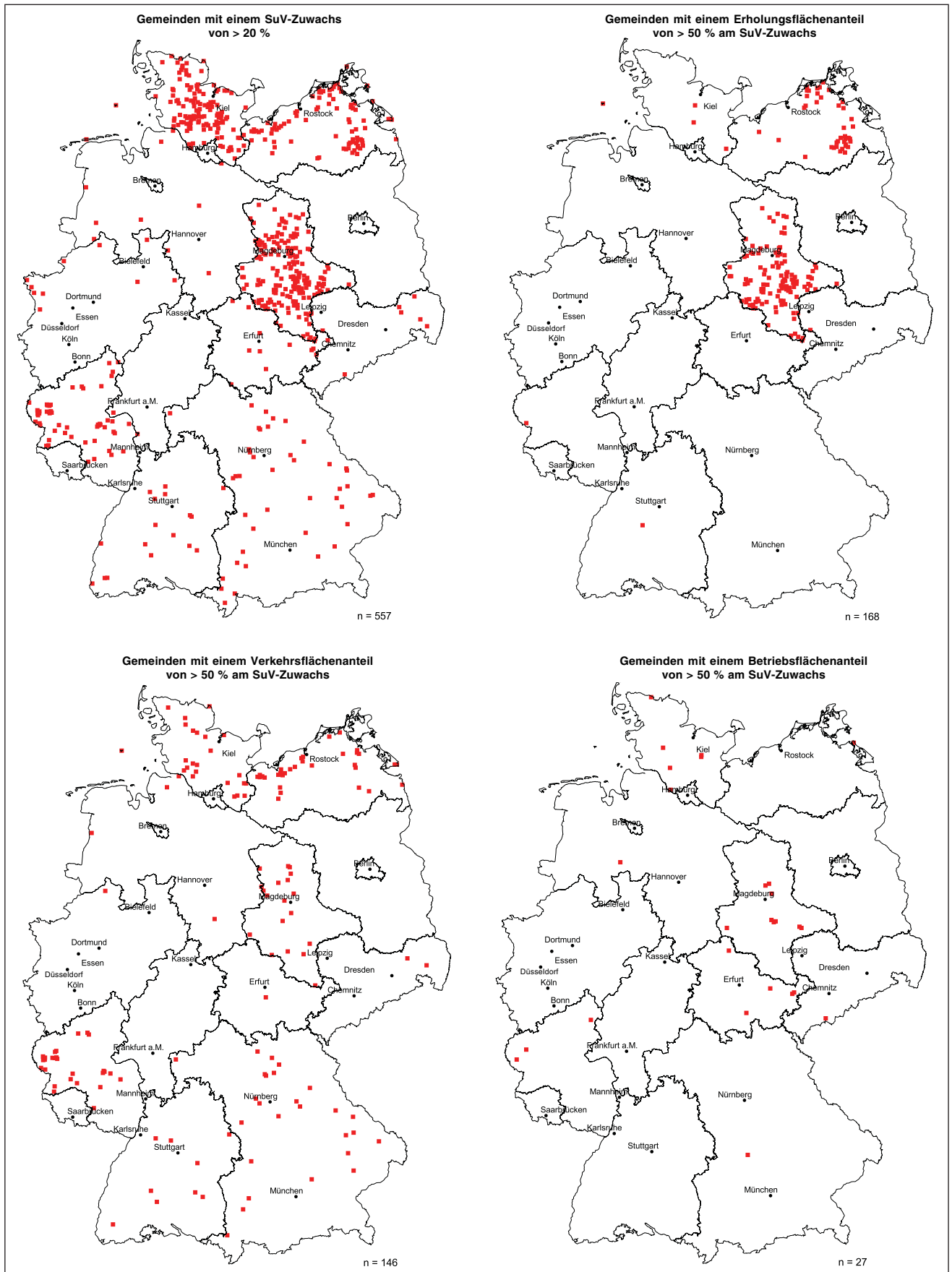
Erholungsflächen Anteile von über 50 %, was für derart großflächige Gebiete kaum wahrscheinlich ist.⁵⁸ In den überwiegenden Teilen Westdeutschlands liegt der Anteil demgegenüber bei unter 25 %. Ein zweites Zwischenfazit lautet daher, dass der Kategorie Erholungsflächen eine Schlüsselrolle bei der Erklärung von statistischen Unplausibilitäten der Flächenerhebung 2005 zukommt. Die Tatsache, dass Gebiete mit auffällig hohem Erholungsflächenanteil am SuV-Zuwachs großflächig ausgeprägt sind, lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Kategorisierung von Bergbaufolgelandschaften als Erholungsfläche nicht die alleinige, möglicherweise auch nicht die bedeutendste Ursache offensichtlicher statistischer Artefakte ist. Eher sind Umschlüsselungen vonseiten der Vermessungsverwaltungen ursächlich, deren sachlicher Hintergrund an dieser Stelle aber nicht weiter beleuchtet werden kann.

In einem abschließenden Arbeitsschritt der hier vorgenommenen Plausibilitätsprüfung wurde versucht, statistische „Ausreißer“ zu identifizieren und in ihrer räumlichen Verteilung bzw. Häufung darzustellen. Als Ausreißer wurden zunächst solche Gemeinden betrachtet, deren SuV-Zuwachs im Zeitraum zwischen 2000 und 2004 über 20 % betrug. Zwar ist es bei kleineren Landgemeinden durchaus vorstellbar, dass im Falle einer Siedlungserweiterung dieser Schwellenwert auch in einer nur 4 Jahre umfassenden Bilanzperiode überschritten wird. Dennoch lässt sich vermuten, dass für den größeren Teil der in Abbildung A-5 dargestellten Gemeinden statistische Fehler Ursache des mehr als 20 % betragenden SuV-Flächenzuwachses sind. Um dies genauer einschätzen zu können, wurde das Gemeindesample (Gemeinden mit einem SuV-Flächenzuwachs >20 %) nach den jeweiligen Anteilen verschiedener Nutzungs-

(58)

In regionalen Einzelfällen wäre dies denkbar, z. B. im Falle des Baus mehrerer Golfplatzanlagen in einem Gebiet oder der Errichtung großflächiger Freizeitparks.

Abbildung A-5
 Gemeinden mit einem SuV-Zuwachs 2000 bis 2004 von mehr als 20 % (oben links) und Gemeinden mit Anteilen der jeweiligen Nutzungsarten von mehr als 50 % am SuV-Zuwachs



Quelle: Eigene Berechnungen

arten (10er-Positionen) am SuV-Zuwachs differenziert. Dargestellt sind diejenigen Gemeinden des Samples, bei denen der Anteil der Erholungsflächen, Verkehrsflächen oder Betriebsflächen jeweils mehr als 50 % am gesamten Zuwachs der SuV-Fläche beträgt.

Die unten stehenden Abbildungen machen Folgendes deutlich:

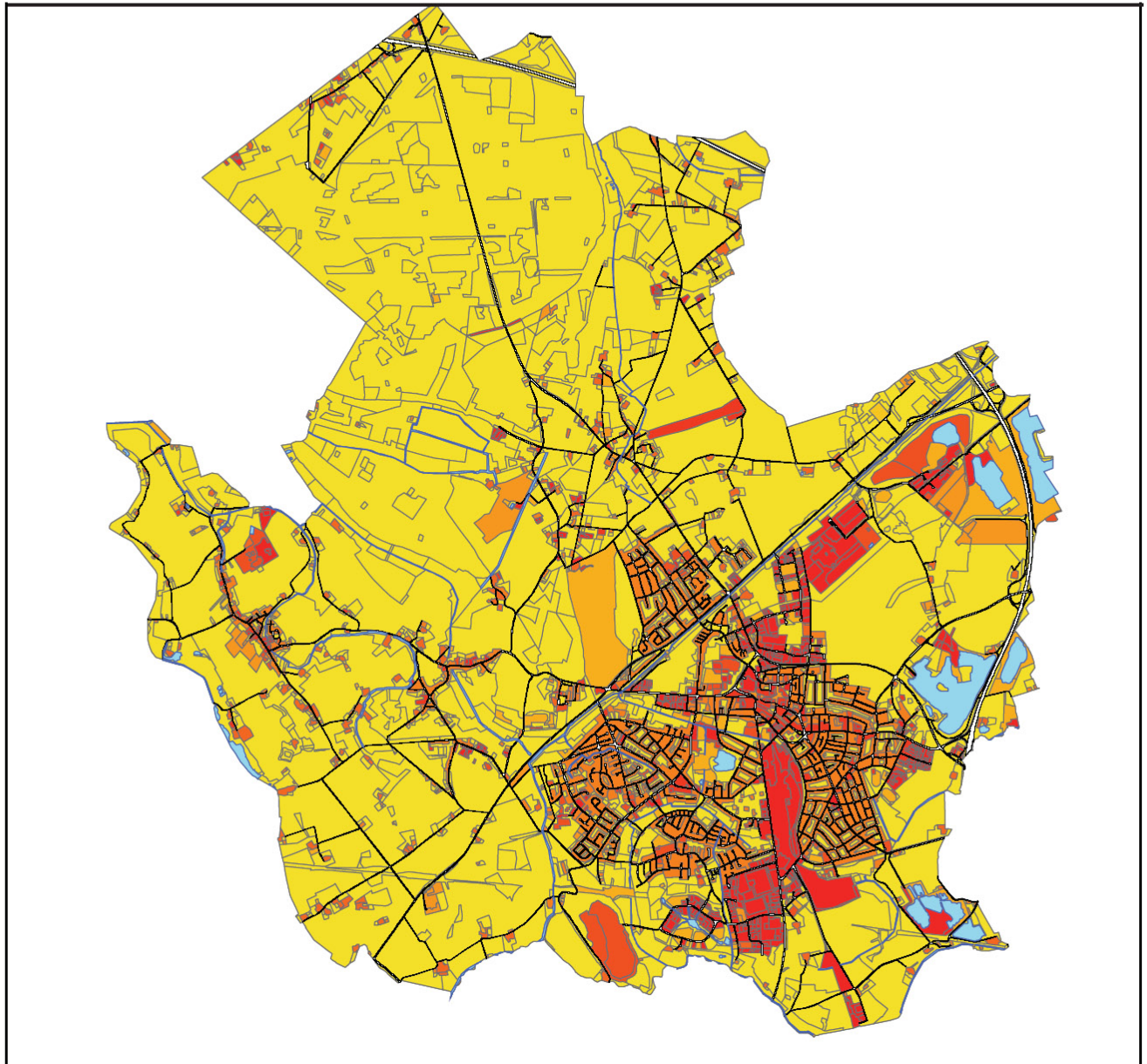
- In Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern geht ein großer Teil des SuV-Zuwachses „auffälliger“ Gemeinden auf Erholungsflächenzuwächse zurück. Die signifikante räumliche Ballung dieser Gemeinden lässt auf spezifische regionale Führungspraktiken des Liegenschaftskatasters schließen. Es ist zu vermuten, dass ein Großteil der betreffenden Gemeinden keine realen Siedlungsflächenzuwächse in der statistisch ausgewiesenen Größenordnung verzeichnet hat.
- In Schleswig-Holstein zeichnen dagegen vor allem Verkehrsflächen für den SuV-Zuwachs der „Ausreißer“ verantwortlich. Die räumliche Verteilung der betreffenden Gemeinden lässt jedoch vermuten, dass es sich hierbei um reale Verkehrsbauvorhaben handelt, die sich in den Einträgen des Liegenschaftskatasters niederschlagen. Insbesondere in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern kann eine lineare Anordnung der betreffenden Gemeinden beobachtet werden, was diese Vermutung erhärtet.
- In nur wenigen Fällen sind Betriebsflächenzuwächse verantwortlich für hohe SuV-Zuwächse. Da auch die regionale Verteilung dieser Gemeinde nicht signifikant ist, lässt sich an dieser Stelle kaum

beurteilen, ob es sich hier um reale Nutzungsänderungen oder statistische Artefakte handelt.

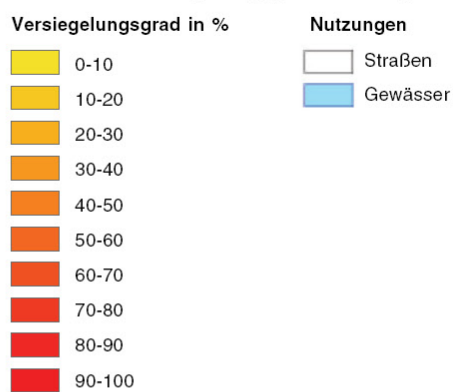
Zusammenfassend lässt sich folgendes festhalten: die Daten der Flächenerhebung 2005 zeigen insbesondere in Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern statistische Auffälligkeiten, die kaum mit realen Nutzungsänderungen erklärt werden können. Unter den verschiedenen Nutzungsarten, die als Siedlungs- und Verkehrsfläche subsumiert werden, kommt der Kategorie „Erholungsfläche“ zentrale Bedeutung zu. Weitere Plausibilitätsprüfungen sollten statistische Ausreißer in den beiden Ländern einer gezielten Einzelprüfung unterziehen, welchen sachlichen Hintergrund hohe SuV-Zuwächse aufweisen. Auf dieser Basis kann möglicherweise eine korrigierte Datenbasis erzeugt werden, die eine sachgerechtere Grundlage für die Bewertung von Flächenutzungsänderungen in den betreffenden Ländern bietet.

Deggau (2006, S. 217) kommt basierend auf einer umfassenden Diskussion der methodischen Schwierigkeiten der Flächenerhebung zu dem Schluss, dass die aus der amtlichen Flächenstatistik abgeleiteten Absolutzahlen zur Siedlungs- und Verkehrsfläche wie auch zu anderen Nutzungsarten bzw. Nutzungsarten durch die schrittweise Umstellung und Verbesserung der Liegenschaftskataster stetig präziser werden. Allerdings seien Trendaussagen aus einzelnen Jahresergebnissen derzeit nicht zuverlässig ableitbar. Auch bei Trend einschätzungen längerer Zeiträume dürften – so Deggau – methodische Aspekte der Statistik nicht unberücksichtigt bleiben.

Anhang 2: Karten



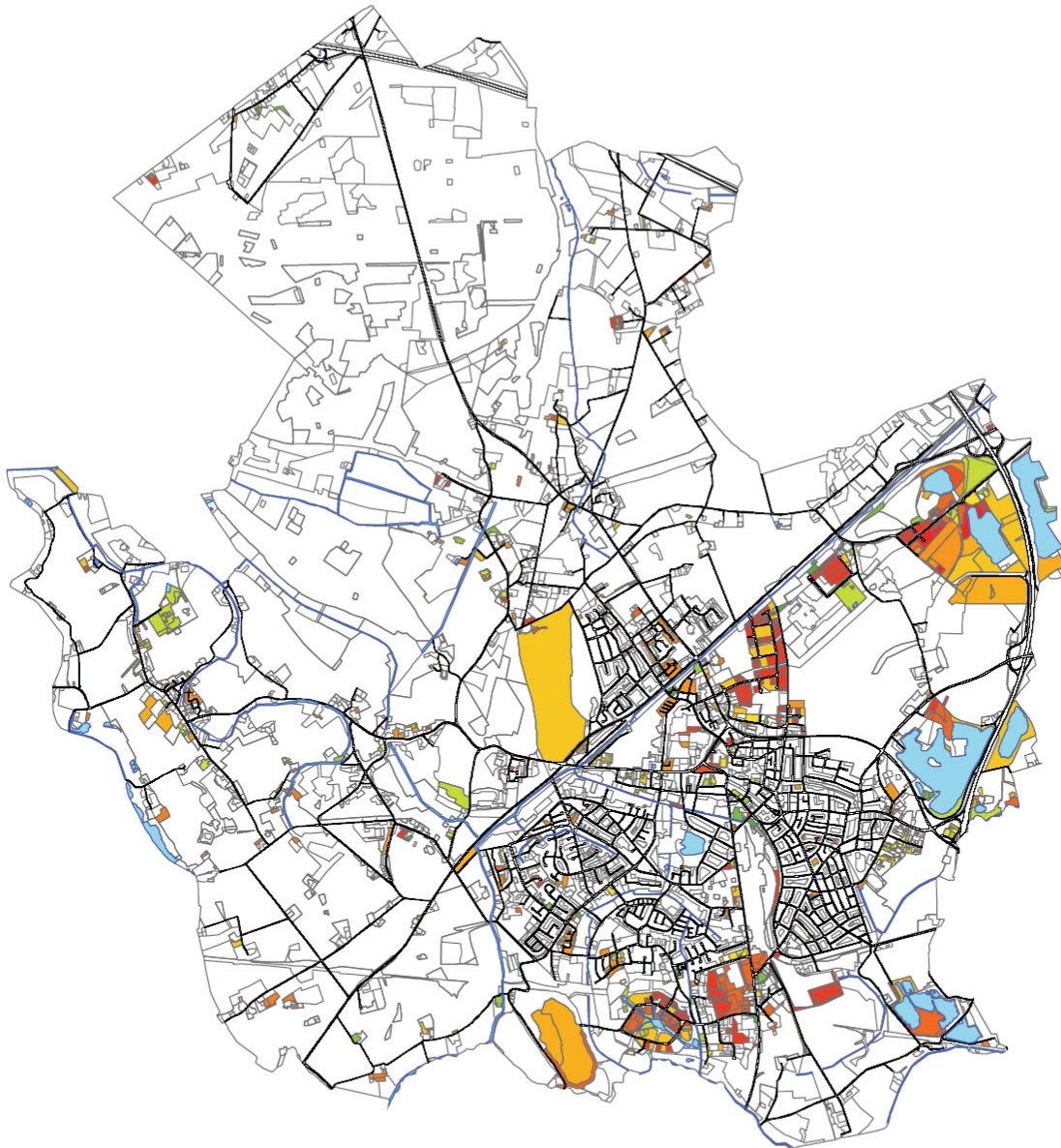
Karte R4: Bodenversiegelung (Stand 2000)



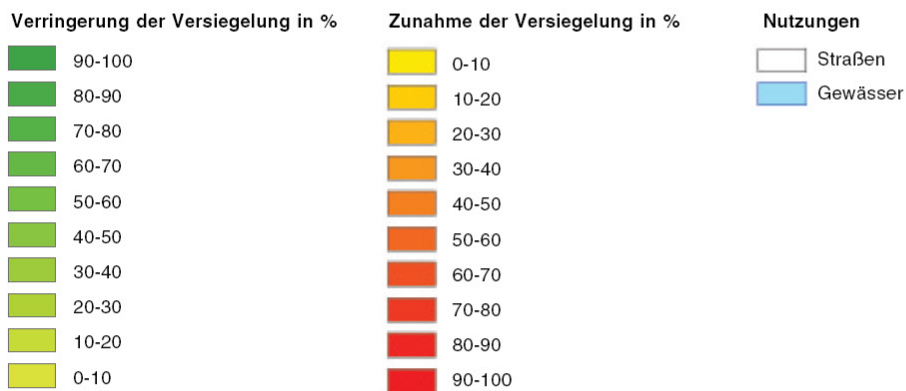
Maßstab 1 : 60 000

Datenquelle: Flächennutzungskartierung
 Regionalverband Ruhr
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMVBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung

Veränderung der Versiegelung zwischen 1995 und 2000

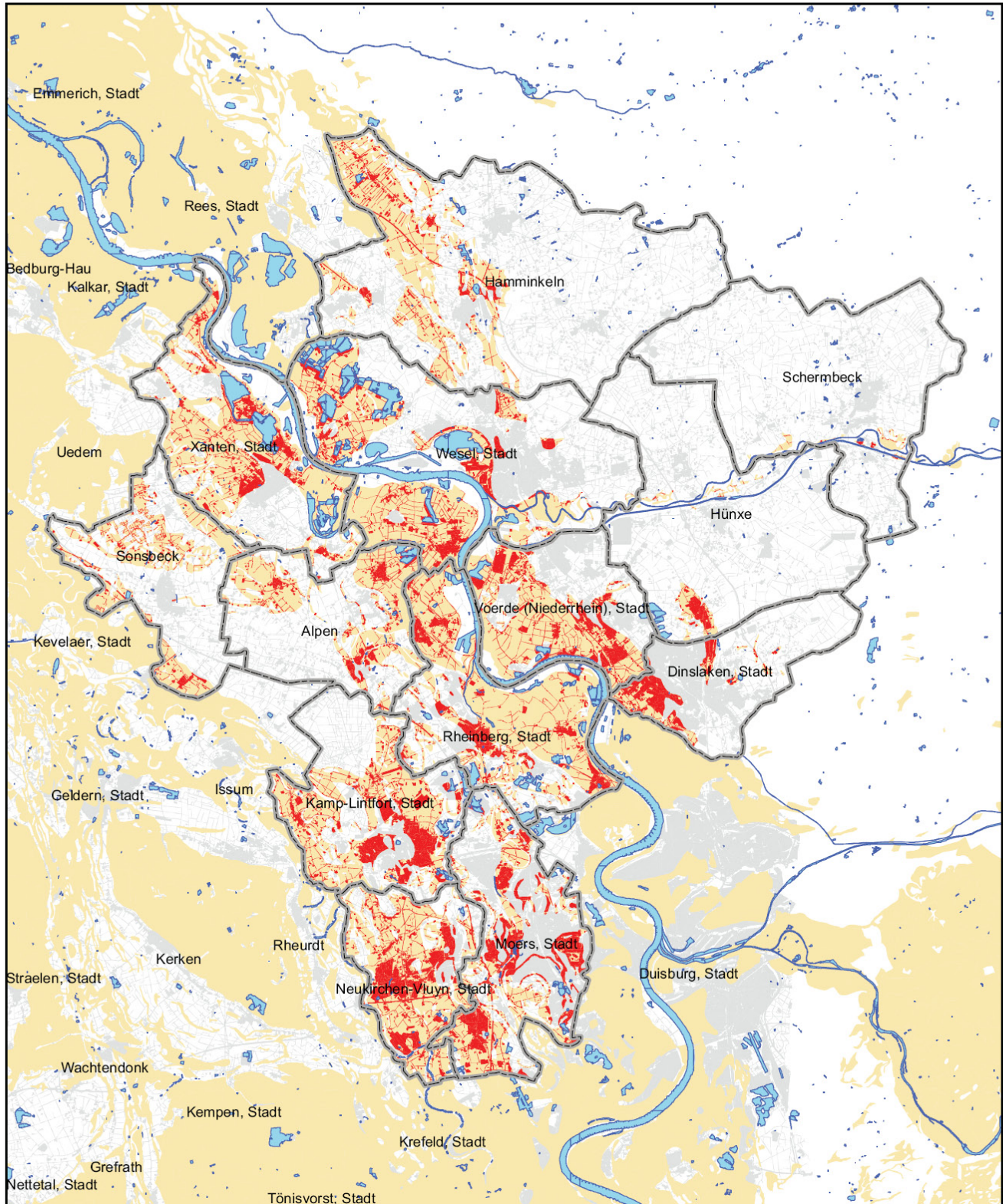


Karte R5: Dynamik der Bodenversiegelung



Maßstab 1 : 60 000

Datenquelle: Flächennutzungskartierung
 Regionalverband Ruhr
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMVBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung



Karte E 1: Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher Ertragsfähigkeit - Kreis Wesel

Flächeninanspruchnahme

- Flächeninanspruchnahme auf Böden mit hoher Ertragsfähigkeit
- Bodenwertzahl > 60

nachrichtliche Darstellung

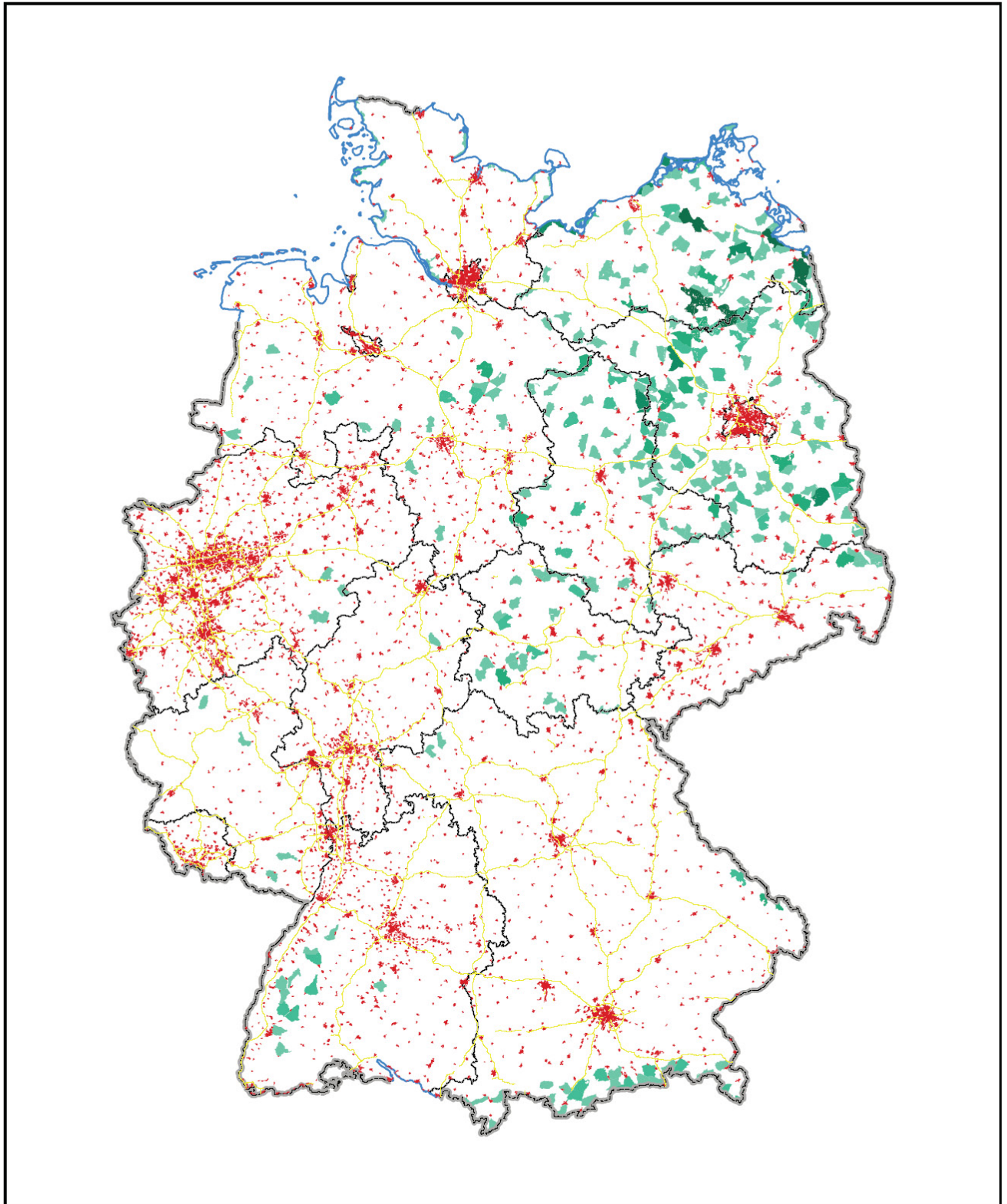
- Siedlungsbereiche
- Gewässer

Grenzen


- Kreisgrenze

Maßstab 1 : 250 000

Datenquelle: ATKIS DLM 25, Kreis Wesel
 Bez.Reg. Düsseldorf, Geologischer Dienst NRW
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMVBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung

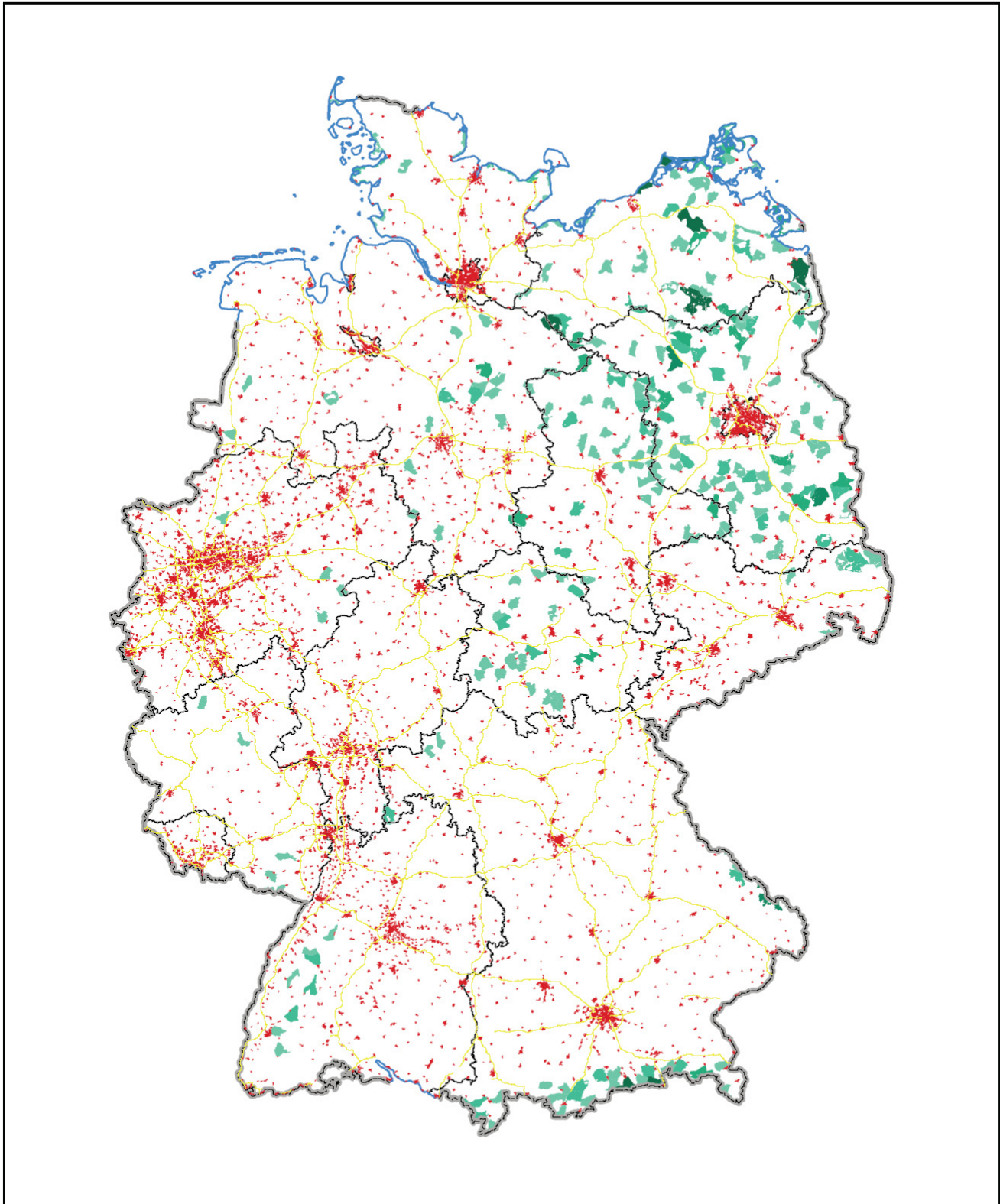


Karte E6: Unzerschnittene Räume (2002)











Unzerschnittene Räume (>50 km ²) Nutzungen		Grenzen	
	50 - 75 km ²		Siedlungen
	75 - 100 km ²		Autobahn
	100 - 125 km ²		Küste
	125 - 150 km ²		Bundesgrenze
	> 150 km ²		Landesgrenze

Maßstab 1 : 4 000 000

Datenquelle: ATKIS DLM 250 (Stand 2002)
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMVBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung

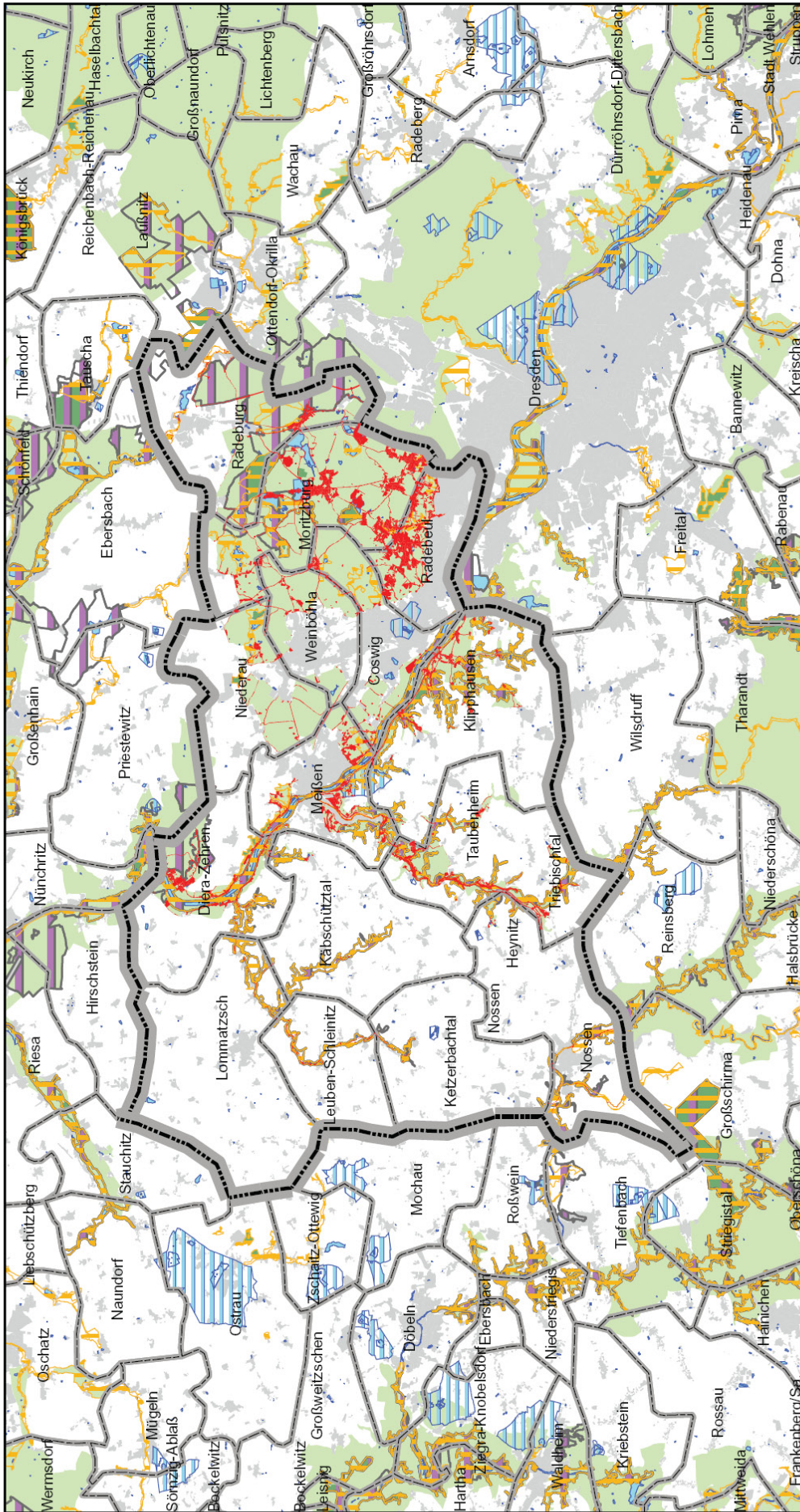


Karte E6: Unzerschnittene Räume (2005)

Unzerschnittene Räume (>50 km ²)	Nutzungen	Grenzen
 50 - 75 km ²	 Siedlungen	 Küste
 75 - 100 km ²	 Autobahn	 Bundesgrenze
 100 - 125 km ²		 Landesgrenze
 125 - 150 km ²		
 150 - 250 km ²		

Maßstab 1 : 4 000 000

Datenquelle: ATKIS DLM 250 (Stand 2005)
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMVBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung

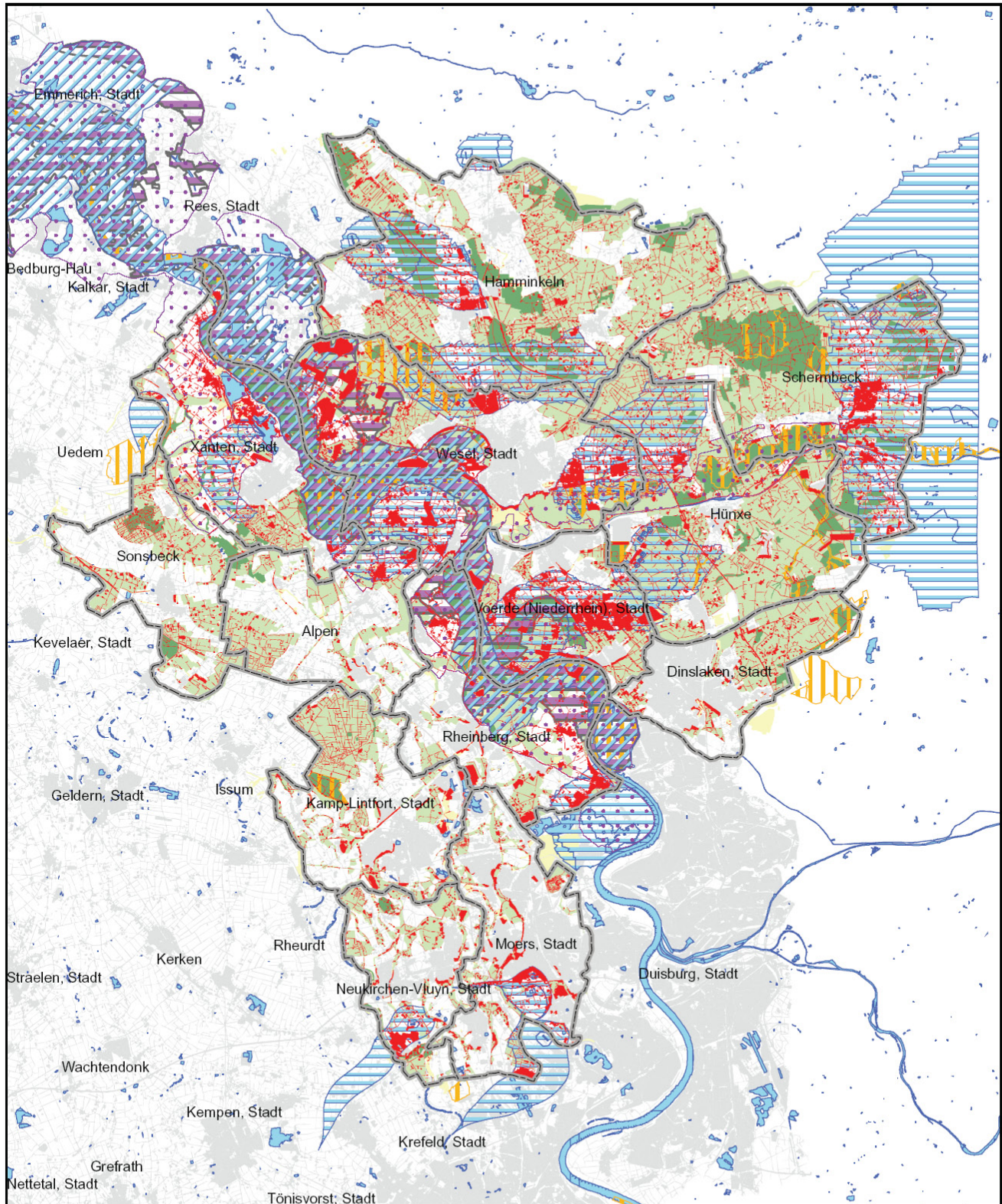


Karte E 7: Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten - Kreis Meißen

Flächeninanspruchnahme	Schutzkonventionen	nachrichtliche Darstellung
Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten	FFH Gebiete	Siedlungsbereiche
Schutzgebiete	Vogelschutzgebiete (SPA)	Gewässer
Naturschutzgebiete	Vogelschutzgebiete (Vorschlag) (SPA)	Grenzen
Landschaftsschutzgebiete		Kreisgrenze
Wasserschutzgebiete		

Maßstab 1 : 250 000

Datenquelle: ATKIS DLM 25,
LfUG Sachsen
Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
im Auftrag BMVBS/BBR
Bearbeitung: IOR / REGIO GIS+Planung

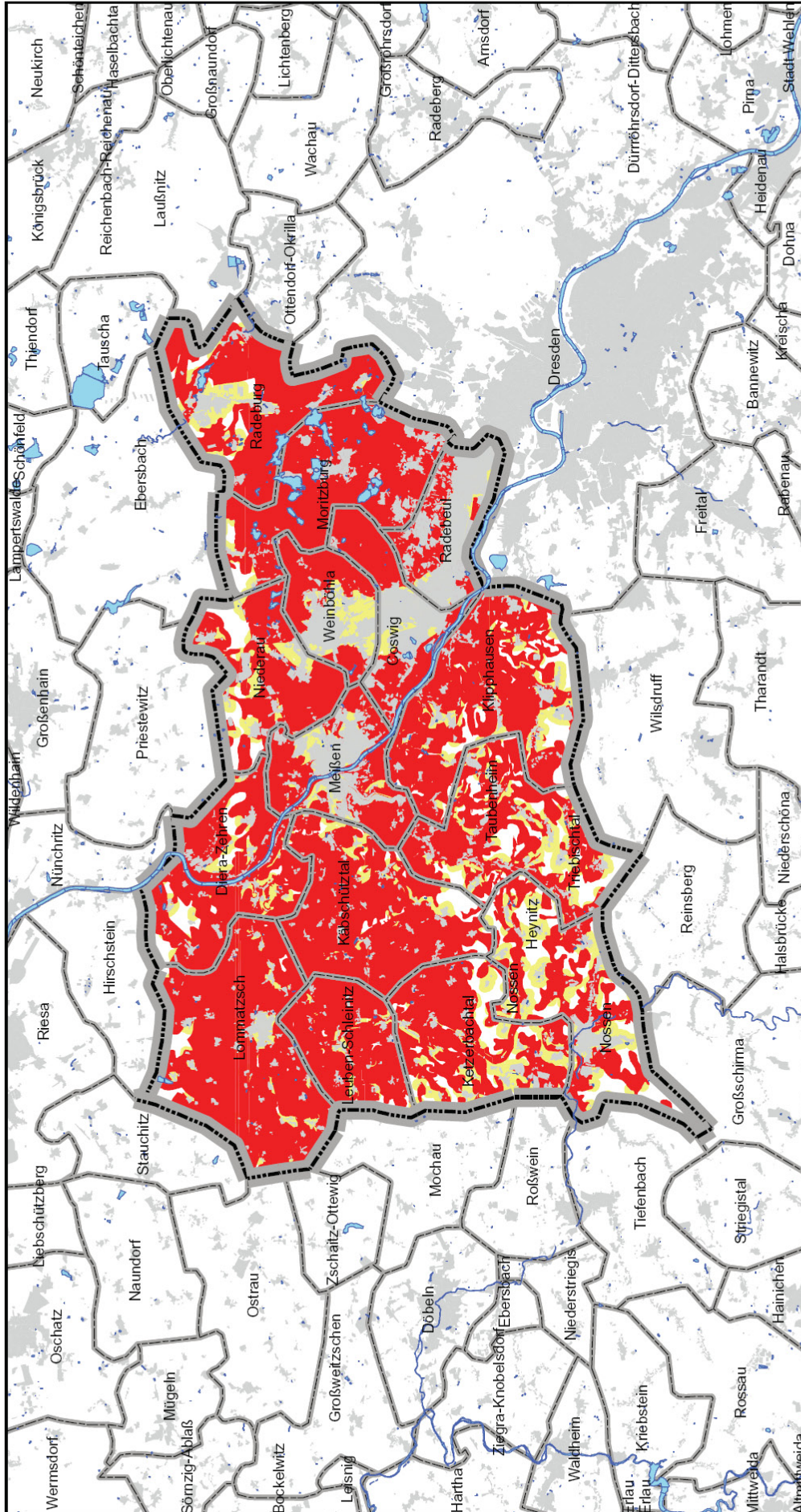


Karte E7: Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten - Kreis Wesel

Flächeninanspruchnahme	Schutzkonventionen	Nachrichtliche Darstellungen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Flächeninanspruchnahme in Schutzgebieten 	<ul style="list-style-type: none"> RAMSAR Flächen Vogelschutzgebiete FFH Gebiete International Bird Area 	<ul style="list-style-type: none"> Gewässer Siedlungsbereiche Grenzen Kreisgrenze
Schutzgebiete		
<ul style="list-style-type: none"> Naturschutzgebiete Landschaftsschutzgebiete landesweit geschützte Biotope Wasserschutzgebiete 		

Maßstab 1 : 250 000

Datenquelle: ATKIS DLM 25, Kreis Wesel
 Bez.Reg. Düsseldorf, LÖBF NRW, Krs. Wesel
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMVBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung

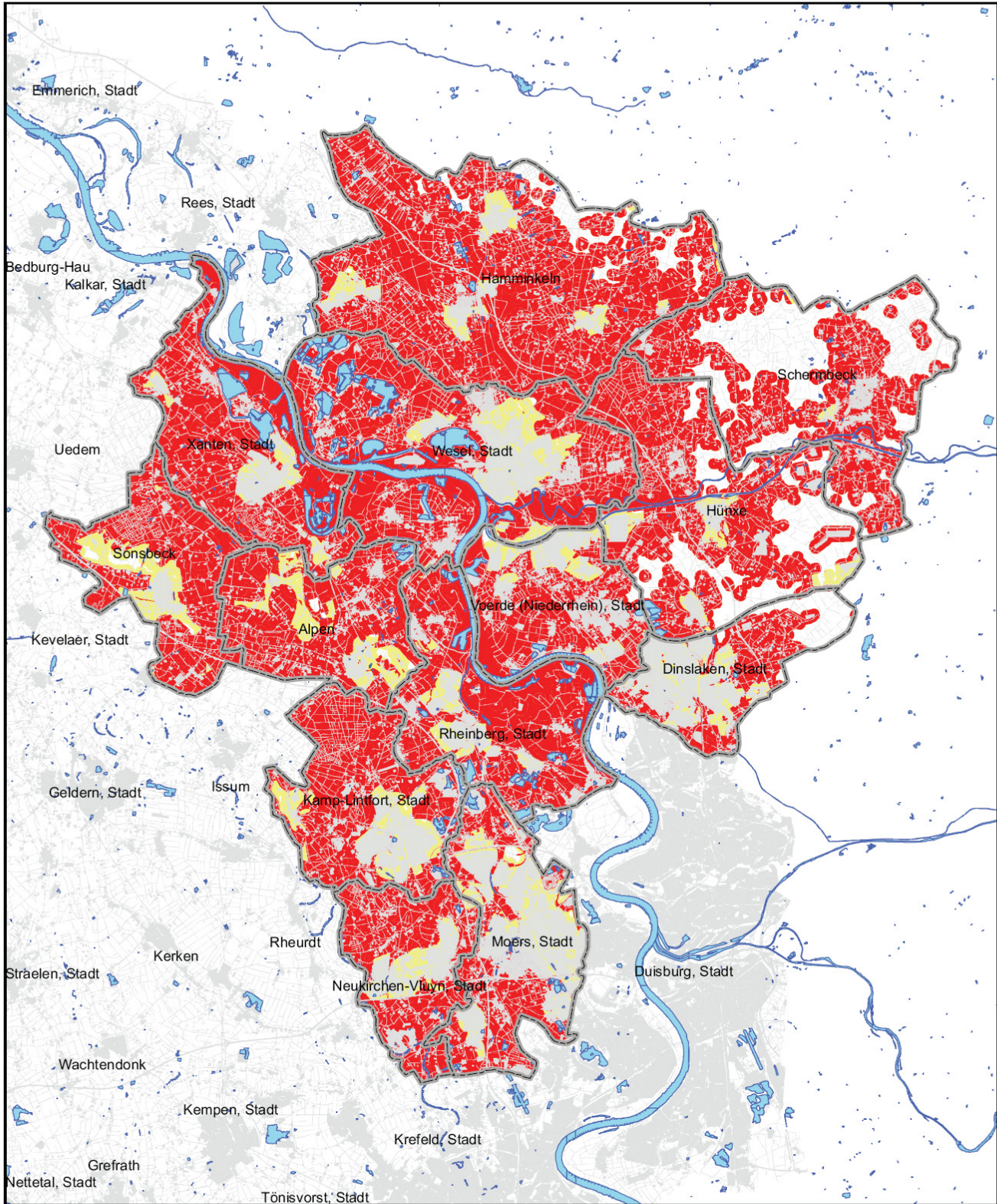


Karte E 10: Bebauungspotential - Kreis Meißen

- Restriktions- und Eignungsflächen** **nachrichtliche Darstellung**
- Restriktionsflächen
 - Eignungsflächen
 - Siedlungsbereiche
 - Gewässer
 - Grenzen**
 - Kreisgrenze

Maßstab 1 : 250 000

Datenquelle: ATKIS DLM 25
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMWBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung



Karte E10: Baulandpotential - Kreis Wesel

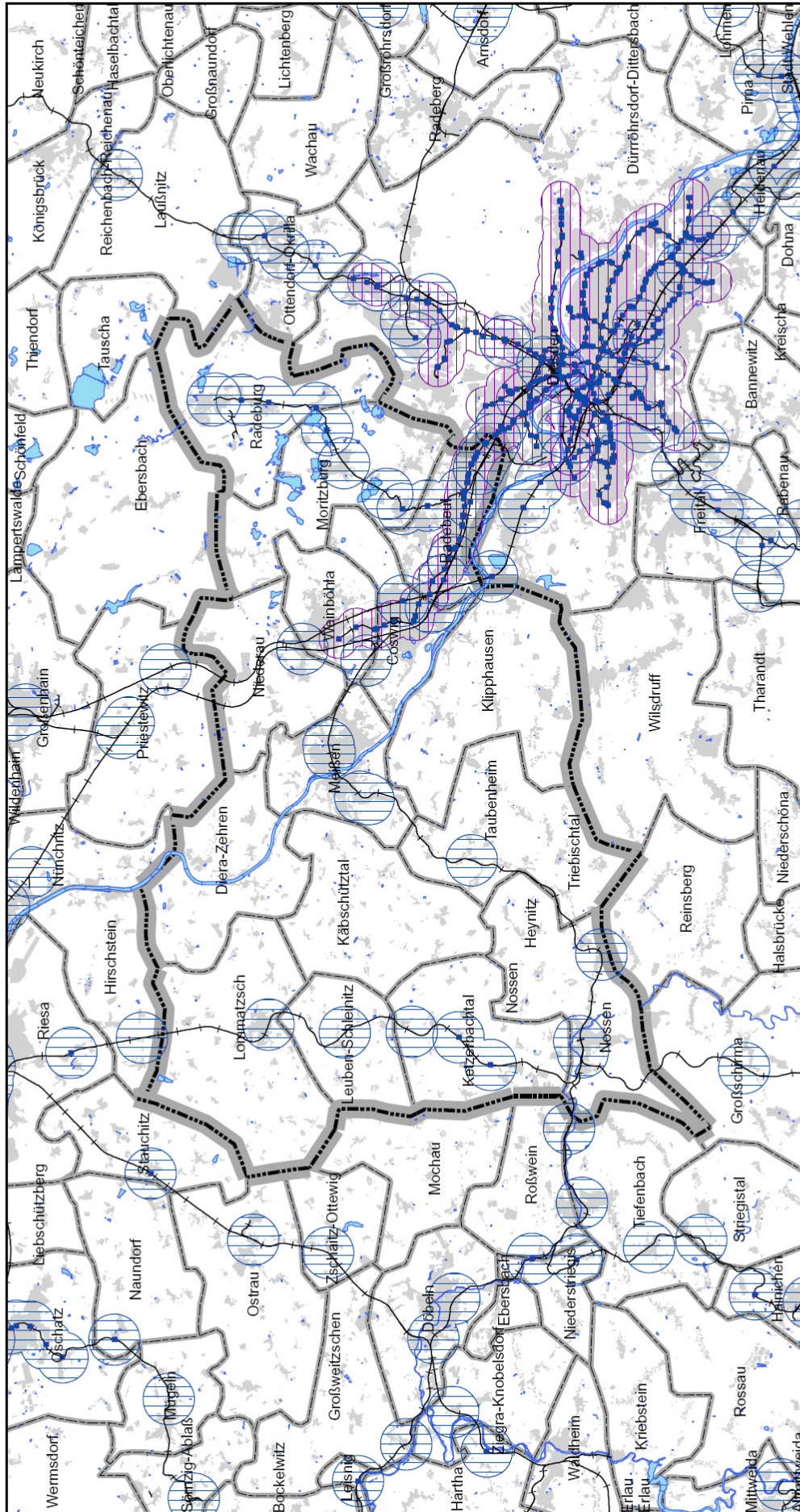
Restriktions- und Eignungsflächen
■ Restriktionsflächen
■ Eignungsflächen

nachrichtliche Darstellung
■ Siedlungsbereiche
■ Gewässer

Grenzen
□ Kreisgrenze

Maßstab 1 : 250 000

Datenquelle: ATKIS DLM 25, Kreis Wesel
Bez.Reg. Düsseldorf, Geologischer Dienst NRW
LÖBF NRW
Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
im Auftrag BMVBS/BBF
Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung

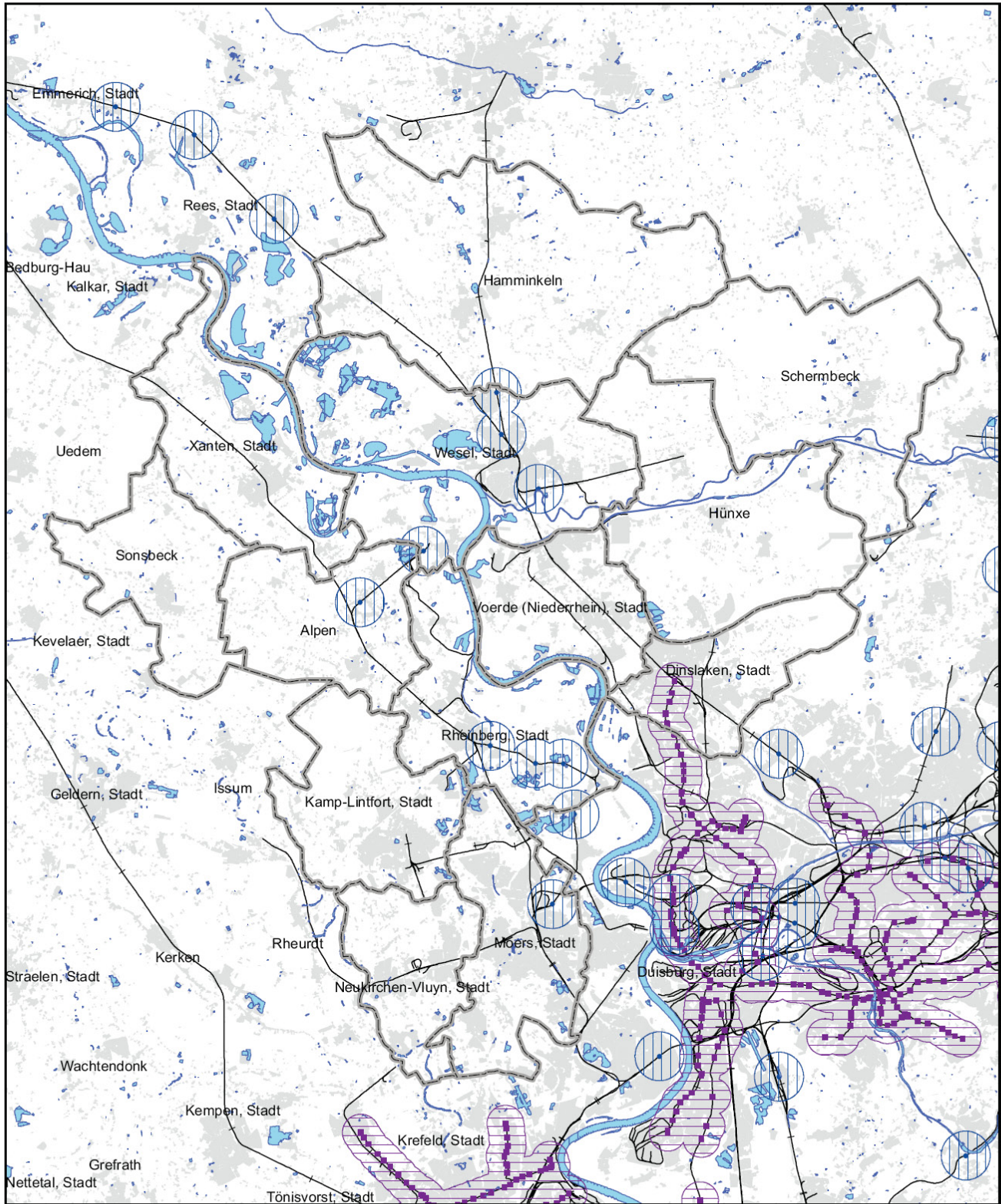


Karte S9: Verkehrliche Erschließung - Kreis Meißen

- Eisenbahnstrecke
- Eisenbahn
- Stadtbahn
- Einzugsbereiche**
- 1200 Meter um Bahnhöfe
- 900 Meter um Haltepunkte (Stadtbahn)
- nachrichtliche Darstellung**
- Siedlungsbereiche
- Gewässer
- Grenzen**
- Kreisgrenzen

Maßstab 1 : 250 000

Datenquelle: ATKIS DLM 25
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMWBS/BBR
 Bearbeitung: IOF / REGIO GIS+Planung

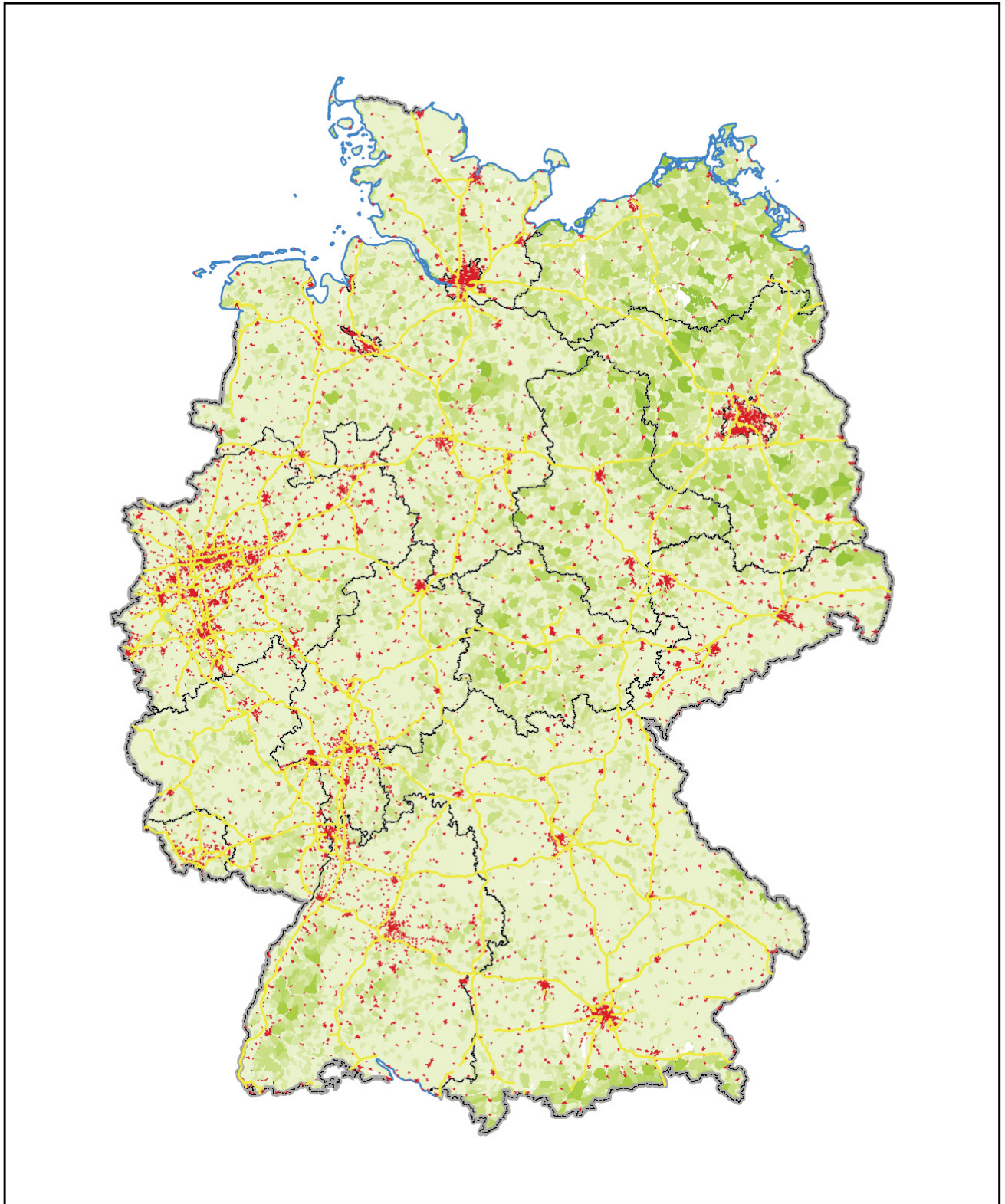


Karte S9: Verkehrliche Erschließung - Kreis Wesel

- | | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| —+— Eisenbahnstrecke | nachrichtliche Darstellung |
| • Bahnhöfe | ■ Siedlungsbereiche |
| ■ Haltepunkte | ■ Gewässer |
| Einzugsbereiche | Grenzen |
| ▨ 1200 Meter um Bahnhöfe | ▭ Kreisgrenze |
| ▨ 900 Meter um Haltepunkte | |

Maßstab 1 : 250 000

Datenquelle: ATKIS DLM 25
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMVBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung



Karte S10: Landschaftszerschneidung (2002)

Maschenweite	Nutzungen	Grenzen
0 - 12 km ²	Nutzungen	Küste
12 - 25 km ²	Siedlungen	Bundesgrenze
25 - 50 km ²	Autobahn	Landesgrenze
50 - 75 km ²		
75 - 100 km ²		
100 - 236 km ²		

Maßstab 1 : 4 000 000

Datenquelle: ATKIS DLM 250 (Stand 2002)
 Projekt: Nachhaltigkeitsbarometer Fläche
 im Auftrag BMVBS/BBR
 Bearbeitung: IÖR / REGIO GIS+Planung