

# Statistische Analysen und Studien Nordrhein-Westfalen

## Band 44

### Impressum

**Herausgeber :**  
Landesamt für Datenverarbeitung  
und Statistik Nordrhein-Westfalen

**Redaktion:**  
Bianca Oswald, Hans Lohmann

**Preis der gedruckten Ausgabe: 3,00 EUR**  
Eine kostenlose PDF-Version dieser  
Ausgabe finden Sie zum Download  
im Webshop des LDS NRW.

**Erscheinungsfolge: unregelmäßig**

**Bestellungen nehmen entgegen:**

das Landesamt für Datenverarbeitung  
und Statistik NRW,  
Postfach 10 11 05,  
40002 Düsseldorf,  
Mauerstraße 51,  
40476 Düsseldorf  
Telefon: 0211 9449-2172/3516  
Telefax: 0211 442006  
Internet: <http://www.lds.nrw.de>  
E-Mail: [poststelle@lds.nrw.de](mailto:poststelle@lds.nrw.de)

sowie der Buchhandel.

**Pressestelle:**  
0211 9449-2521/2518

**Zentraler Informationsdienst:**  
0211 9449-2495/2525

**Umschlagfoto: Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz und Reaktor-  
sicherheit, Fotograf: Härtrich**

© Landesamt für Datenverarbeitung  
und Statistik NRW, Düsseldorf, 2007

**Vervielfältigung und Verbreitung,  
auch auszugsweise, mit Quellenangabe  
gestattet.**

**Bestell-Nr. Z 08 1 2007 55**

**ISSN 1619-506X**

### Inhalt

**Auswirkungen der Revision 2005 der Volkswirtschaftlichen  
Gesamtrechnungen auf die Indikatorenbildung in den  
Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder** 3

Dr. Olivia Martone, Michael Hinz

**Schätzverfahren zur Bodenversiegelung: UGRdL-Ansatz** 19

Diplom-Geografin Britta Frie, Diplom-Volkswirt Ralph Hensel

**Index** 34

## **Zeichenerklärung**

(nach DIN 55 301)

- 0 weniger als die Hälfte von 1 in der letzten besetzten Stelle, jedoch mehr als nichts
- nichts vorhanden (genau null)
- . Zahlenwert unbekannt oder geheim zu halten
- . . . Zahlenwert lag bei Redaktionsschluss noch nicht vor
- () Aussagewert eingeschränkt, da der Wert Fehler aufweisen kann
- / keine Angabe, da der Zahlenwert nicht sicher genug ist
- x Tabellenfach gesperrt, weil Aussage nicht sinnvoll
- p vorläufige Zahl
- r berichtigte Zahl

Abweichungen in den Summen erklären sich aus dem Runden der Einzelwerte.

# Auswirkungen der Revision 2005 der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen auf die Indikatorenbildung in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder

Dr. Olivia Martone, Michael Hinz

Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen unterliegen alle fünf bis zehn Jahre einer Revision: Methoden und Ergebnisse werden zu den aktuellsten internationalen Standards und nach den derzeitigen Richtlinien angepasst, zusätzliche Datenquellen werden einbezogen und neue Konzepte und Klassifikationen eingeführt. Die letzte umfassende Revision fand aufgrund einer Entscheidung der Europäischen Kommission im Jahr 2005 statt. Im Rahmen dieser Revision wurden wesentliche Änderungen in den Berechnungsmethoden der maßgeblichen Indikatoren für die Wirtschaftsleistung, das Bruttoinlandsprodukt und die Bruttowertschöpfung vorgenommen. Diese Größen werden unter anderem nicht mehr in Preisen eines konstanten Jahres ermittelt, sodass die Bezugswerte für die Berechnung verschiedener Indikatoren der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen nicht mehr zur Verfügung stehen wie bisher.

Die Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder zog für die Umstellung der Berechnung ihrer Indikatoren zwei mögliche Ansätze in Betracht: Der eine wird in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Bundes angewandt, der andere orientiert sich an den Methoden der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder. Das LDS NRW wurde beauftragt, beide Methoden zu untersuchen und einen Beschlussvorschlag vorzulegen. Zu diesem Zweck wurde eine umfassende Proberechnung konzipiert und durchgeführt, deren Ergebnisse bei der 15. Sitzung der Arbeitsgruppe im November 2006 in Kiel vorgestellt wurden. Auf der Basis dieser Ergebnisse wurde vom LDS NRW vorgeschlagen – und von der Arbeitsgruppe zugestimmt – die Methode in Anlehnung an die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder für die zukünftige Berechnung der Umweltindikatoren anzuwenden.

## 1 Einleitung

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) sind ein Satellitensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR), dessen Ziel die Darstellung und Quantifizierung der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft, privaten Haushalten und Umwelt ist. Durch den Bezug von Umweltdaten auf volkswirtschaftliche Größen wie Bruttoinlandsprodukt (BIP) und Bruttowertschöpfung (BWS) werden die VGR um den Faktor Umwelt ergänzt. Die UGR bilden – im

Rahmen der amtlichen Statistik – eine Datengrundlage für umweltpolitische Diskussionen und liefern mithilfe geeigneter Umwelteinsetzungsfaktoren einen wichtigen Beitrag zum aktuellen Thema der „nachhaltigen Entwicklung“ (siehe Kasten). Verschiedene Indikatoren der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder<sup>1)</sup> (UGRdL) wie die Kohlendioxidemissionen und die Rohstoffproduktivität wurden 2005 von der Umweltministerkonferenz (UMK) in den Satz der 24 Kernindikatoren für die nachhaltige Entwicklung aufgenommen<sup>2)</sup>.

### Nachhaltige Entwicklung

Unter *nachhaltiger Entwicklung* (engl.: *Sustainable Development*) ist eine Entwicklung zu verstehen, welche den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne jedoch die Möglichkeiten künftiger Generationen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen, zu gefährden.

Dieses Konzept stammt ursprünglich aus der Forstwirtschaft und wurde das erste Mal 1713 vom Oberberghauptmann von Freiberg (Sachsen) Hans Carl von Carlowitz in seinem Werk „*Sylvicultura oeconomica oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht*“ formuliert:

*„Wird derhalben die größte Kunst/Wissenschaft/Fleiß und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen / wie eine sothane Conservation und Anbau des Holtzes anzustellen / daß es eine kontinuierliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe / weils es eine unentberliche Sache ist / ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag.“* (S. 105 – 106 in der „*Sylvicultura Oeconomica*“).

Damit wurde eine Art und Weise der Holzwirtschaft bezeichnet, bei der der Waldbestand als natürliche Ressource auf Dauer gesichert bleibt. Die moderne Definition erscheint erstmalig 1987 im Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (bekannt auch als Brundtland-Bericht, nach der ehemaligen norwegischen Ministerpräsidentin, die den Vorsitz hatte) und wird seitdem in den vereinbarten internationalen Umweltabkommen benutzt. Hier das englische Original:

*„Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. It contains within it two key concepts:  
i) The concept of ‚needs‘, in particular the essential needs of the world's poor, to which overriding priority should be given; and  
ii) The idea of limitations imposed by the state of technology and social organization on the environment's ability to meet present and future needs (Brundtland).“*

1) Siehe dazu [www.ugrdl.de](http://www.ugrdl.de). – 2) Siehe Erfahrungsbericht Indikatoren der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft „Nachhaltige Entwicklung – BLAG - NE“ verabschiedet von der 65. UMK am 3. und 4. November 2005 in Rostock.

Aufgrund einer Entscheidung der EU-Kommission<sup>3)</sup> fand im Jahr 2005 eine umfassende Revision der VGR statt, die zu wesentlichen Änderungen in den Berechnungen von BIP- und BWS-Werten führte. Da diese Größen als Bezugswerte in verschiedene Indikatoren der UGR einfließen, wurde auch eine entsprechende Anpassung der Methoden und Ergebnisse der UGR erforderlich. Bei der 14. Sitzung der Arbeitsgruppe UGRdL<sup>4)</sup> wurden zwei mögliche Berechnungsansätze in Betracht gezogen. Der eine wird von den UGR des Statistischen Bundesamtes angewandt, der andere orientiert sich an den Berechnungsmethoden des Arbeitskreises Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder<sup>5)</sup> (VGR d L). Das LDS NRW wurde von der AG UGRdL beauftragt, beide Methoden und deren Auswirkungen auf die Indikatorenbildung in den UGR zu untersuchen und einen entsprechenden Beschlussvorschlag bei der 15. Sitzung<sup>6)</sup> vorzulegen. Zum Zwecke dieser Untersuchung wurde eine umfassende Probeberechnung konzipiert und durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse sind hier ausgeführt und am Beispiel von Grafiken erläutert.

## 2 Einige Informationen über die Revision 2005 der VGR

Alle fünf bis zehn Jahre findet eine umfassende Revision – d. h. eine grundlegende Überarbeitung der Ergebnisse – der VGR statt. Typische Gründe dafür sind der Einbau neuer Datengrundlagen, die Anwendung neuer Berechnungsmethoden und die Einführung neuer Konzepte und Klassifikationen. Im Rahmen der letzten Revision (2005) wurden folgende Änderungen vorgenommen<sup>7)</sup>:

- die Einführung der Vorjahrespreisbasis für die Ermittlung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) und der Bruttowertschöpfung (BWS),

- die Neuregelung zur Behandlung von Bankdienstleistungen (FISIM: „Financial Intermediation Services, Indirectly Measured“, übersetzt „indirekte Messung von Finanzserviceleistungen“<sup>8)</sup>),
- Einbeziehung neuer Datenmaterials (Dienstleistungsstatistik, hedonische Preisindizes<sup>9)</sup>).

Eine der wesentlichen Neuerungen – auch im Hinblick auf die Indikatorenbildung in den UGR – war die Einführung eines neuen Verfahrens zur Preisbereinigung und der konsequente Übergang von der bisherigen Festpreisbasis auf eine jährlich wechselnde Vorjahrespreisbasis. Dies bedeutet, dass die Deflationierung nicht mehr wie bisher in Preisen eines festen Jahres (z. B. in Preisen von 1995) erfolgt, sondern stets in Preisen des jeweiligen Vorjahres (z. B. das BIP 2005 wird in Preisen von 2004 ermittelt). Dadurch wird eine genauere Berechnung der realen Veränderungsraten angestrebt. Bei der bisherigen Festpreisbasis wurde besonders kritisiert, dass die Preisstruktur des Basisjahres im Zeitablauf immer weniger relevant und damit die konsequente Berechnung der Volumenangaben (in konstanten Preisen) immer ungenauer wurde. Langfristige zeitliche Vergleiche der preisbereinigten Werte werden seit der Revision 2005 durch eine entsprechende Verkettung (engl.: „Chain-linking“) der Einzelergebnisse ermöglicht<sup>10)</sup>. Diese Verkettung erfolgt auf der Basis eines bestimmten Referenzjahres, zurzeit das Jahr 2000.

8) FISIM ist die neue Bezeichnung für die bisher genannten „unterstellten Bankgebühren“ und umfasst die modellhaft ermittelten indirekten Entgelte der Banken aus dem Kredit- und Einlagengeschäft, die diese als Differenz zwischen Zinsertrag und Zinsaufwand neben den direkten Umsätzen wie Kontoführungsgebühren erzielen. Seit der Revision 2005 wird dieses indirekte Entgelt nicht mehr als Vorleistung gebucht, sondern auf die unterschiedlichen Nachfrager (Einleger und Kreditnehmer) aufgeteilt. – 9) Die hedonische Qualitätsbereinigung von Preisindizes ist ein Verfahren zur Feststellung des Einflusses von qualitativen Änderungen auf den Verkaufspreis eines Gutes. Diese Technik eignet sich besonders für Güter, die einem raschen Wandel unterliegen und deswegen nicht in identischer Form über einen längeren Zeitraum beobachtet werden können (z. B. Computer). – 10) Zusätzliche Erläuterungen zur Methode der Vorjahrespreisbasis und Verkettung sind in [BRAACKMANN 2005], [FISCHER 2006], [NIEHAUS 2005] und [SPEICH 2006] zu finden.

Die so errechneten preisbereinigten verketteten BIP- und BWS-Werte werden von den UGR d L als Indizes und Veränderungsraten, jedoch nicht als Absolutwerte – obwohl diese berechnet und auf Anfrage bereitgestellt werden – veröffentlicht. Grund dafür ist die durch die Verkettung entstandene Nichtadditivität: Die preisbereinigten verketteten BIP- und BWS-Werte von Teilaggregaten addieren<sup>11)</sup> sich nicht mehr zum preisbereinigten Gesamtaggregat auf (z. B. die Summe der BWS-Werte der einzelnen Teilbereiche des Verarbeitenden Gewerbes weicht vom BWS-Wert des Gesamtbereichs Verarbeitendes Gewerbe ab). Die Abweichung zwischen der Summe der Werte der Teilaggregate und dem Wert des Gesamtaggregates hängt allgemein – wie im Folgenden gezeigt wird – vom Aggregationsgrad der Komponente und vom zeitlichen Abstand zwischen dem betrachteten Zeitpunkt und dem Referenzjahr ab.

## 3 Auswirkungen der VGR-Revision auf die Ergebnisse der UGRdL

Die AG UGRdL hat bis jetzt für ihre Berechnungen BIP- und BWS-Absolutwerte in Preisen von 1995 – d. h. Euro-Werte – benutzt. Seit der Revision 2005 stellen die VGR d L solche Werte im Zeitverlauf nicht mehr dar. Stattdessen werden für die verschiedenen Jahre die preisbereinigten verketteten BIP und BWS als Indizes und Veränderungsraten veröffentlicht. BIP und BWS als Absolutwerte werden nur in jeweiligen Preisen dargestellt. Die AG UGRdL muss aufgrund der VGR-Revision die Berechnung folgender Umweltindikatoren<sup>12)</sup> (mit einem \* wurden die Kernindikatoren der UMK für die nachhaltige Entwicklung gekennzeichnet) entsprechend ändern:

11) abgesehen vom Referenzjahr (2000) und dem ersten darauf folgenden Jahr (2001) – 12) Ausführliche Informationen über diese Indikatoren befinden sich im Glossar der AG UGRdL, im Internet unter [www.ugrdl.de/glossar.htm](http://www.ugrdl.de/glossar.htm) abrufbar. Das komplette Tabellenprogramm der AG UGRdL ist auch im Internet verfügbar, unter [www.ugrdl.de/veroeffentlichungen.htm](http://www.ugrdl.de/veroeffentlichungen.htm).

3) Entscheidung 98/715/EG vom 30. November 1998 – 4) Am 18. und 19.05.2006 in Halle (Saale) – 5) Siehe dazu [www.vgrdl.de](http://www.vgrdl.de) – 6) Am 23. und 24. 11. 2006 in Kiel. – 7) Ausführliche Informationen über die VGR-Revision können in [BRAACKMANN 2005] gelesen oder im Internet unter [www.vgrdl.de/Arbeitskreis\\_VGR/infoRevision.asp](http://www.vgrdl.de/Arbeitskreis_VGR/infoRevision.asp) und [www.destatis.de/basis/d/vgr/vgrrevision\\_ueb.php](http://www.destatis.de/basis/d/vgr/vgrrevision_ueb.php) abgerufen werden.

Übersicht der UGRdL-Indikatoren, die von der VGR-Revision betroffen sind		
Lfd. Nr.	Umwelteinsetzungsfaktor	Beschreibung
1	Rohstoffproduktivität*)	BIP je Rohstoffverbrauch
2	Energieproduktivität*)	BIP – oder BWS – je Primärenergieverbrauch
3	Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen	Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen je BIP
4	Direkte spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen	Energie- und prozessbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen je BWS
5	Spezifischer Wassereinsatz	Wassereinsatz je BWS
6	Wasserproduktivität	BIP je Wassereinsatz
7	Spezifische Abwassereinleitung	Abwassereinleitung in die Natur je BWS
8	Abwasserproduktivität	BIP je Abwassereinleitung in die Natur
9	Produktivität der Siedlungs- und Verkehrsfläche	BIP je Siedlungs- und Verkehrsfläche

Für die Neuberechnung dieser Umweltindikatoren kamen zwei Ansätze in Betracht. Der eine orientiert sich an den Berechnungsmethoden der VGR d L und sieht eine wirtschaftszweigbezogene Deflationierung vor. Sie wird deswegen als „Methode der wirtschaftszweigbezogenen Deflationierung“ bezeichnet und mit WZD abgekürzt. Der andere Ansatz wird in den UGR des Statistischen Bundesamtes angewandt und sieht eine einheitliche Deflationierung über alle Wirtschaftszweige vor. Sie wird deswegen als „Methode der einheitlichen Deflationierung“ bezeichnet und mit ED abgekürzt.

### Die Methode der wirtschaftszweigbezogenen Deflationierung (WZD)

Ausgangsdaten für die WZD sind die von den VGR d L errechneten preisbereinigten verketteten BIP- und BWS-Absolutwerte. Diese Werte werden von den VGR d L berechnet und auf Anfrage in elektronischer Form bereitgestellt, aber – aufgrund deren Nichtadditivität – nicht veröffentlicht. Diese Werte ersetzen in der Berechnung von Indikatoren und Produktivitäten der UGRdL die BIP- und BWS-Absolutwerte in Preisen von 1995. Durch die wirtschaftszweigbezogene Deflationierung geben die VGR d L-Werte eine genauere Abbildung der Struktur, welche sich auch auf die nach dieser Methode errechneten Umweltgrößen überträgt. Da aber die preisbereinigten verketteten BIP- und BWS-Werte nicht additiv sind, werden auch die somit berechneten

Indikatoren und Produktivitäten wo möglich verzerrt.

### Die Methode der einheitlichen Deflationierung (ED)

Nach dieser Methode wird pro Jahr und Land nur ein Deflator<sup>13)</sup> berechnet und für die Deflationierung der BWS-Werte<sup>14)</sup> aller Wirtschaftszweige benutzt. Diese Bereinigung gibt – für das jeweilige Jahr und Land – die durchschnittliche Entwicklung der Preisstruktur über die Gesamtwirtschaft wieder, berücksichtigt jedoch nicht die Preisänderungen innerhalb der einzelnen Wirtschaftszweige. Die so errechneten BWS-Werte – und die damit berechneten Umweltindikatoren – stellen deswegen eine Struktur dar, die bei den einzelnen Wirtschaftszweigen etwas unscharf ist. Vorteil dieser Methode ist jedoch die weiterhin gewährleistete Additivität der Teilaggregate.

Es ist anzumerken, dass beide Methoden bei einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung zu denselben Ergebnissen führen. Dies ist auf den mathematischen Aufbau der Methoden zurückzuführen. Nur bei den nach Wirtschaftszweigen gegliederten Auswertungen treten Unterschiede auf.

13) Dieser Deflator ergibt sich aus dem Verhältnis des Gesamtwertes der BWS in jeweiligen Preisen zu dem Gesamtwert der preisbereinigten verketteten BWS. – 14) In jeweiligen Preisen. Eine ähnliche Deflationierung der BIP-Werte führt zu den preisbereinigten verketteten BIP-Werten.

Im Auftrag der AG UGRdL, zur Untersuchung beider Methoden und zum Zwecke eines Vorschlages für die Neuberechnung der Umweltindikatoren, wurde eine Proberechnung durchgeführt.

## 3.1 Die Proberechnung

Die Proberechnung wurde auf der Basis folgender drei Eckpunkte konzipiert: der Vergleich beider vorgeschlagenen Methoden WZD und ED, die Untersuchung der Kohärenz der statistischen Ergebnisse der UGRdL vor und nach der VGR-Revision 2005 und – was eigentlich nur die WZD-Methode betrifft – die Erforschung der Auswirkungen der Nichtadditivität.



Abb. 1: Die Eckpunkte der Proberechnung

Dafür wurden alle UGRdL-Tabelle<sup>15)</sup>, die von der VGR-Revision betroffen sind, nach beiden Methoden für alle Länder und Jahre neu berechnet und, soweit neue Daten zur Verfügung standen, auch entsprechend erweitert. Darüber hinaus wurden für alle Länder und Jahre gesonderte Auswertungen zur Untersuchung der Nichtadditivität erstellt. Zur Veranschaulichung wurden aus allen Auswertungen Grafiken erstellt. Die „alten“ Ergebnisse der AG UGRdL wurden in die Grafiken eingebunden und als vor Revision (vR) Daten bezeichnet.

Als Erstes wurden die Eigenschaften der nach beiden Methoden berechneten Bezugswerte – BIP<sub>WZD</sub> bzw. BWS<sub>WZD</sub> und BIP<sub>ED</sub> bzw. BWS<sub>ED</sub> – untersucht. Anschließend wurden die Auswirkungen der Bezugswerte auf die entsprechenden Umweltindikatoren erforscht. Die wesentlichen Er-

15) in der Fassung der Gemeinschaftsveröffentlichung 2005

gebnisse der Proberechnung werden hier am Beispiel ausgewählter Grafiken erläutert.

### 3.1.1 Die BIP-Werte und deren Auswirkungen auf die Umweltindikatoren

Die nach den WZD- und ED-Methoden berechneten BIP-Werte stimmen bei allen Ländern und Jahren überein (siehe Abbildung 2). Dies ergibt sich aus dem mathematischen Aufbau beider Methoden. Die BIP-Werte zeigen im Zeitverlauf bei allen Ländern eine ähnliche Entwicklung wie die entsprechenden vR-Werte<sup>16)</sup>. Die WZD- und ED-Werte sind in fast allen Ländern und Jahren größer<sup>17)</sup> als die vR-Werte. Die mit BIP-Werten errechneten Umweltindikatoren werden deswegen kohärent mit den bisher veröffentlichten Ergebnissen bleiben. Die Produktivitäten (d. h. die Umwelteinsatzfaktoren 1, 2, 6, 8 und 9 aus der Tabelle) werden tendenziell höher (siehe am Beispiel der Daten der Rohstoffproduktivität<sup>18)</sup> in der Abbildung 3), die Intensitäten<sup>19)</sup> (Umwelteinsetzungsfaktoren 3, 4, 5 und 7) tendenziell niedriger als vor Revision sein.

### 3.1.2 Die BWS-Werte und deren Auswirkungen auf die Umweltindikatoren

Für die Gliederung der Gesamtwirtschaft nach Wirtschaftszweigen wurde, in Anlehnung an das Tabellenprogramm der AG UGRdL, die Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (WZ 93) zugrunde gelegt. Es wurden zwei Gliederungen betrachtet.

Zuerst eine etwas gröbere in den drei Wirtschaftsbereichen:

1. A + B (Land- und Forstwirtschaft; Fischerei und Fischzucht),
2. C – F (Produzierendes Gewerbe)
3. G – P (Dienstleistungsbereiche);

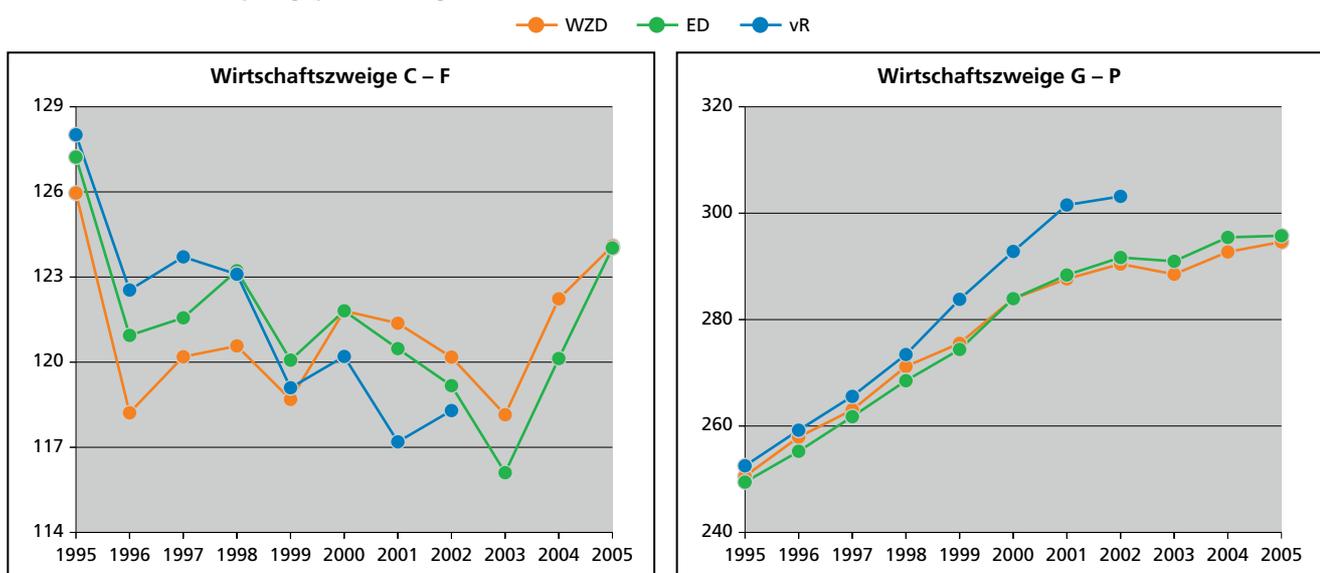
danach eine feinere Gliederung in den neun Bereichen:

1. A (Land- und Forstwirtschaft),
2. B (Fischerei und Fischzucht),
3. C (Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden),
4. D (Verarbeitendes Gewerbe),
5. E (Energie- und Wasserversorgung),
6. F (Baugewerbe),
7. G – I (Handel; Gastgewerbe und Verkehr),
8. J + K (Finanzierung; Vermietung u. Unternehmensdienstleistungen),
9. L – P (öffentliche und private Dienstleister).

Die nach WZD und ED berechneten BWS-Werte der einzelnen Wirtschaftszweige stimmen im Referenzjahr 2000 aufgrund des mathematischen Aufbaus beider Methoden überein. Der Vergleich von den WZD- und ED-Werten mit den vR-Werten ist stark eingeschränkt, weil die letzteren nicht um die Bankgebühren<sup>20)</sup> bereinigt worden sind.

Die Unterschiede zwischen den WZD- und ED-Werten werden in der Mehrheit der Fälle tendenziell deutlicher, je entfernter das Berechnungsjahr vom Referenzjahr ist. In den Jahren vor 2000 sind die Unterschiede größer als in den Jahren danach. Es kann keine allgemeine Aussage über die Richtung dieser Unterschiede gemacht werden, weil die WZD-Werte manchmal größer und manchmal kleiner als die ED-Werte sind (siehe Abbildung 4). Die Differenzen sind bei der groben Wirtschaftszweiggliederung allgemein gering, am geringsten im Dienstleistungsbereich G – P (siehe am Beispiel der Daten für NRW in der Abbildung 4). Die Unterschiede sind bei allen Ländern tendenziell größer in den Wirtschaftsbereichen, die zu einem kleineren Anteil der Gesamtbruttowertschöpfung beitragen. Am häufigsten ist dies in den Wirtschafts-

Abb. 4: Bruttowertschöpfung (preisbereinigt, verkettet) in Nordrhein-Westfalen 1995 – 2005 in Mrd. Euro

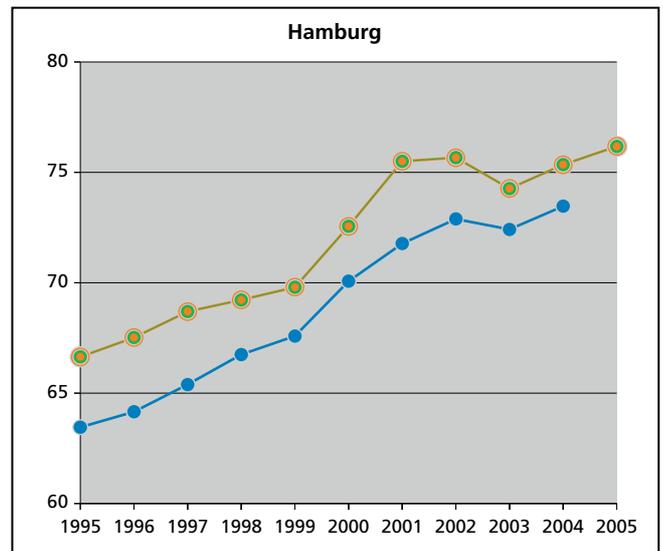
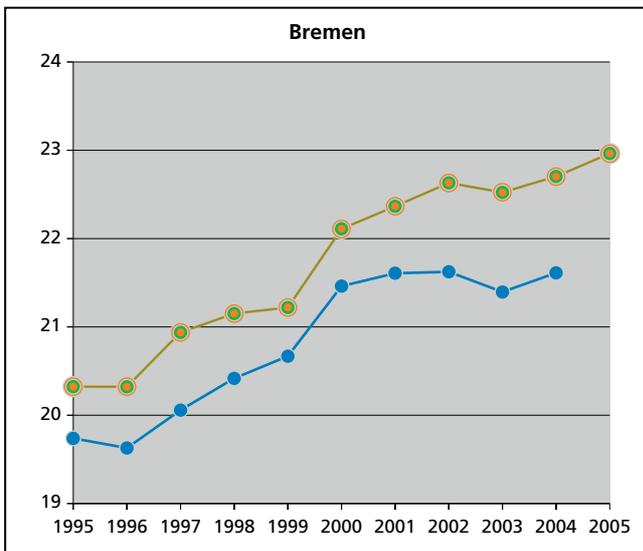
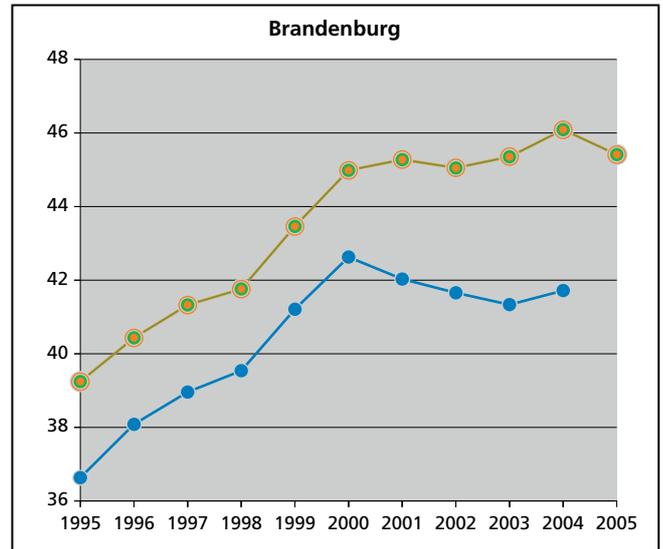
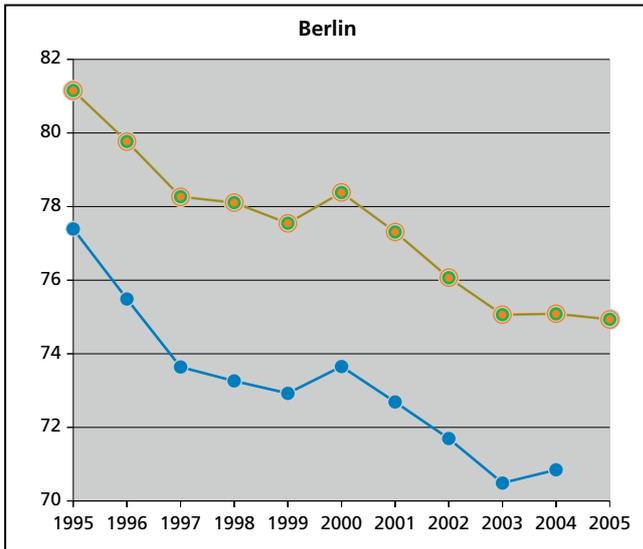
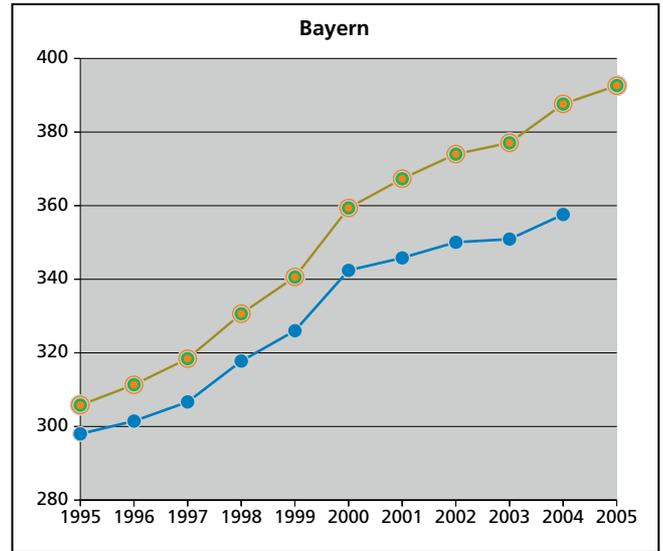
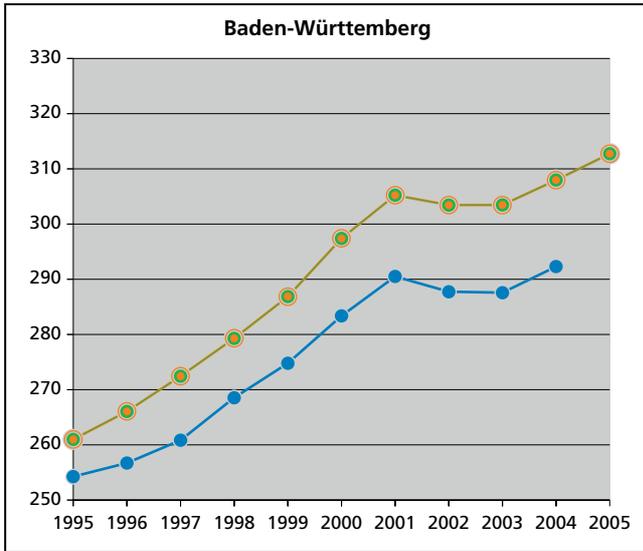


Grafik: UGRdL

16) Hier ist anzumerken, dass die vR-Werte in Preisen von 1995 ermittelt wurden, während die WZD- und ED-Werte verkettete Werte mit dem Jahr 2000 als Referenzjahr sind. – 17) Die VGR-Revision 2005 führt bekanntlich zu tendenziell höheren BIP- und BWS-Werten (siehe [GRÖMLING 2005] und [BRAACKMANN 2005]). – 18) Ähnliche Ergebnisse ergaben sich auch für alle anderen Produktivitäten. – 19) Mit Intensität wird das Verhältnis der eingesetzten Menge eines Umwelteinsetzungsfaktors zur erbrachten wirtschaftlichen Leistung (gemessen in BIP oder BWS) bezeichnet. – 20) Eine Bereinigung der Bankgebühren innerhalb einzelner Wirtschaftszweige wurde erst mit der VGR-Revision 2005 eingeführt.

Abb. 2: Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt, verkettet) 1995 – 2005 in Mrd. Euro

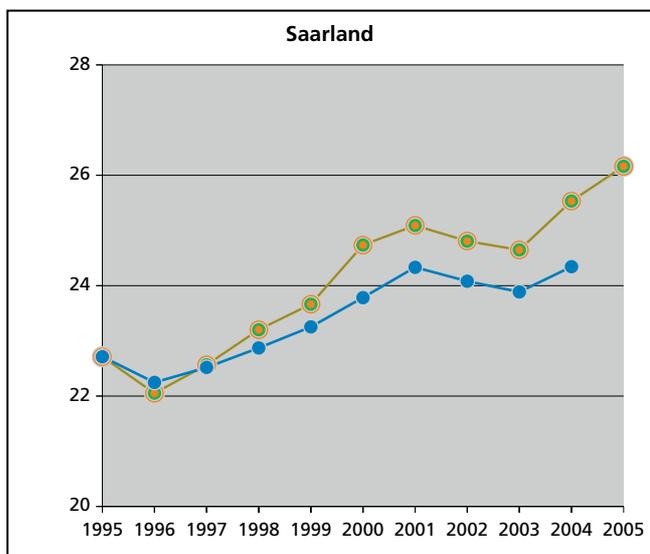
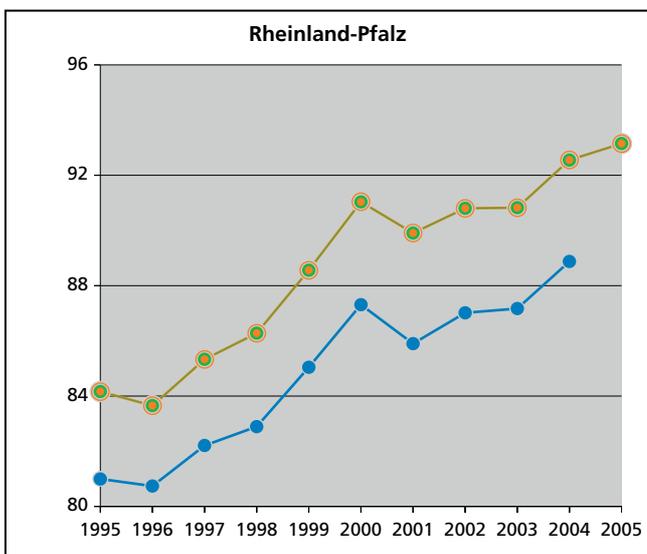
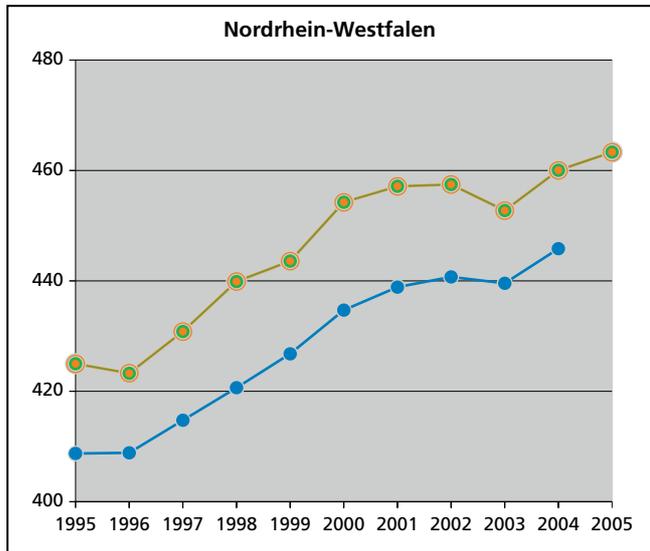
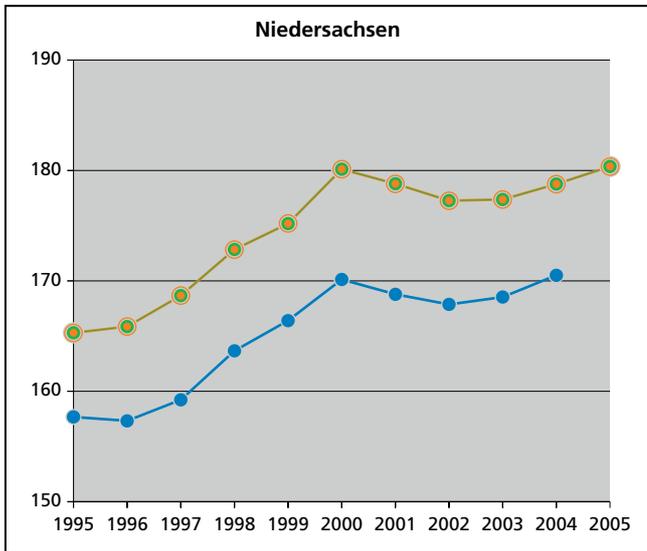
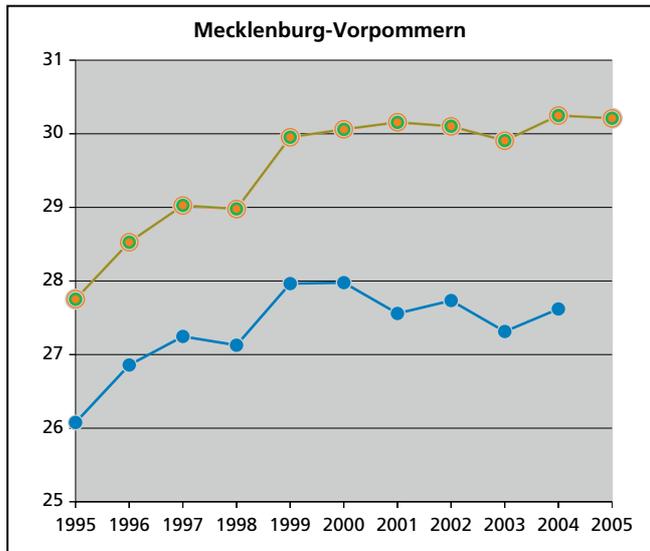
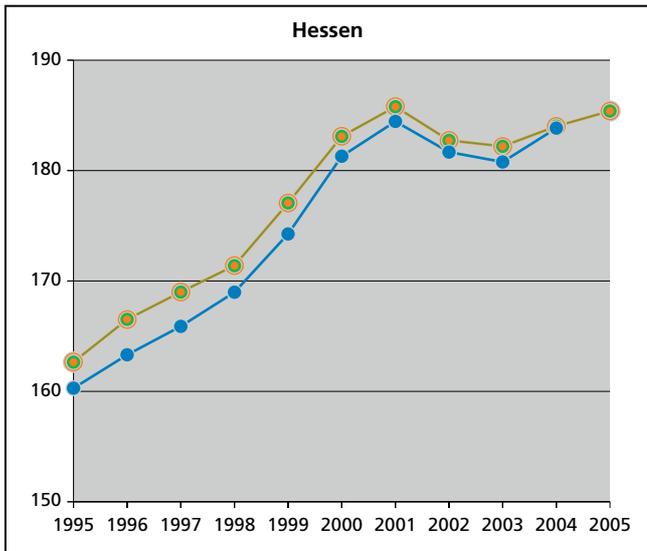
—●— WZD —●— ED —●— vR



Grafik: UGRdL

Noch: Abb. 2: Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt, verkettet) 1995 – 2005 in Mrd. Euro

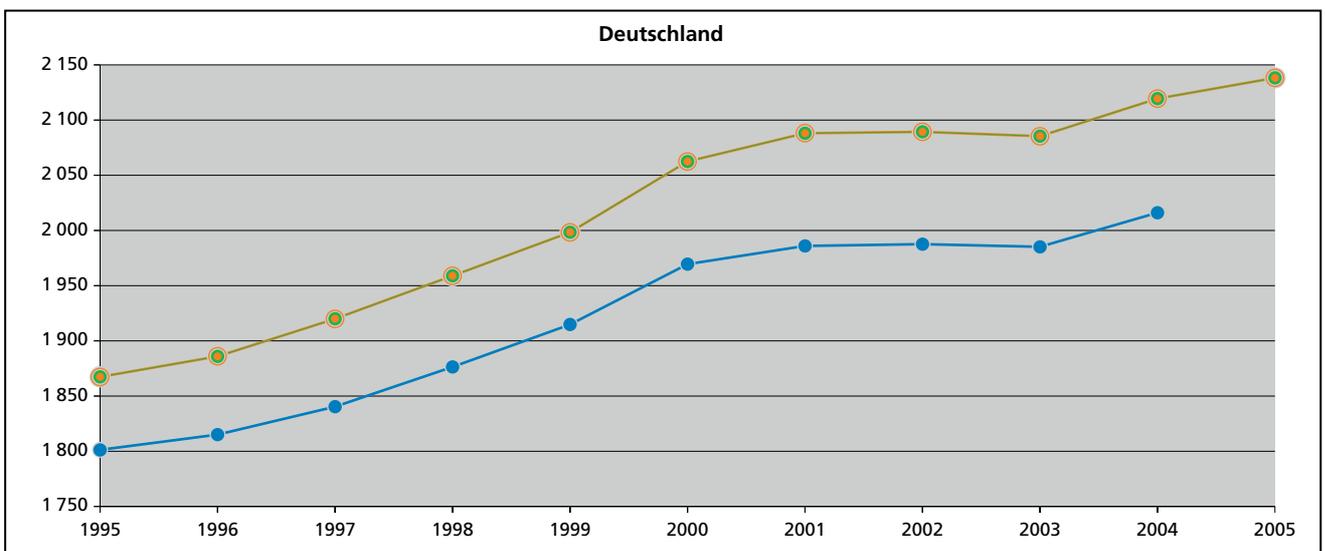
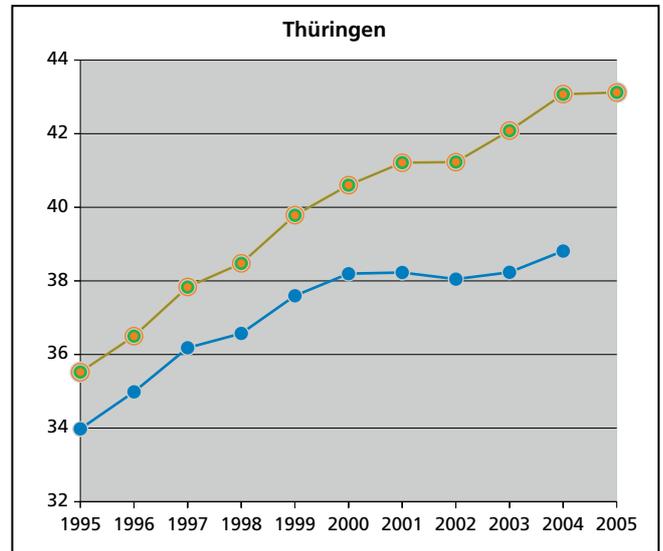
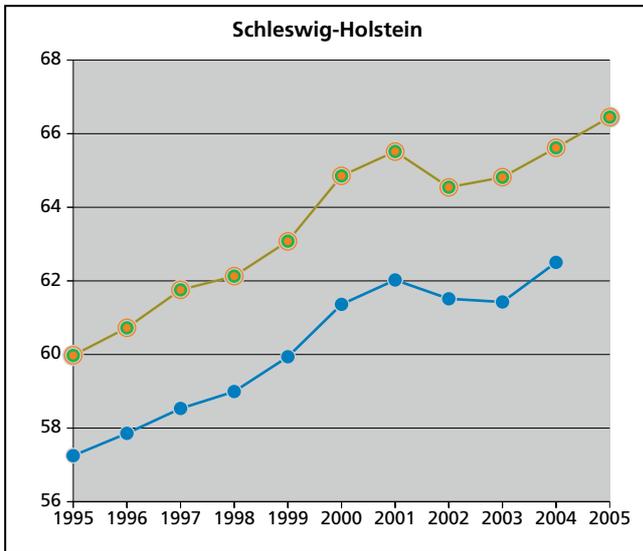
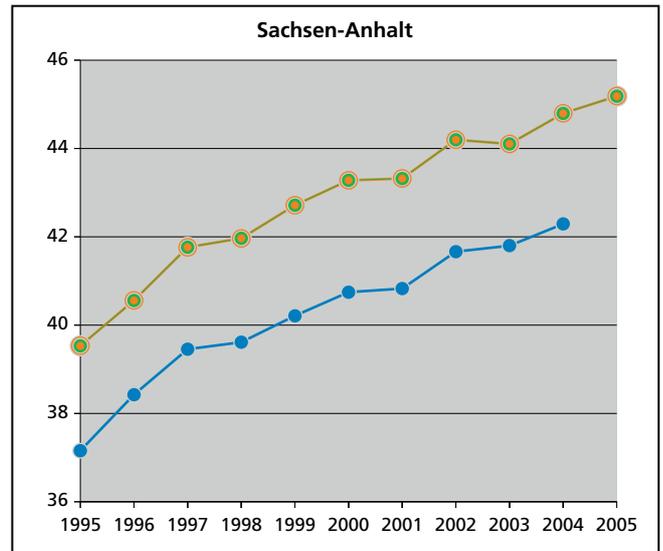
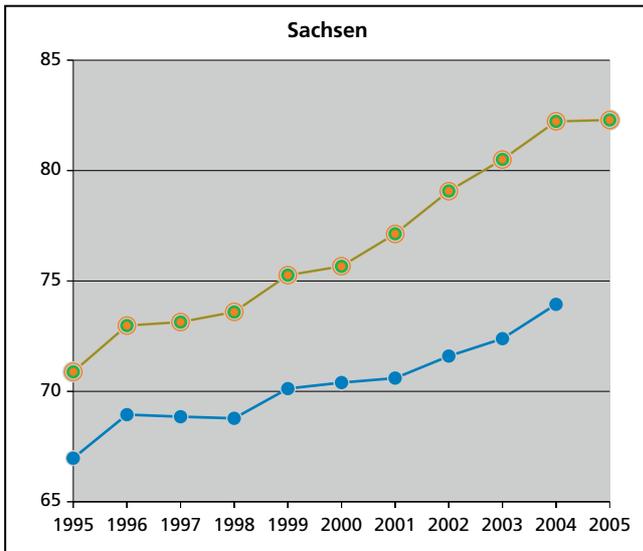
—●— WZD —●— ED —●— vR



Grafik: UGRdL

Noch: Abb. 2: Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt, verkettet) 1995 – 2005 in Mrd. Euro

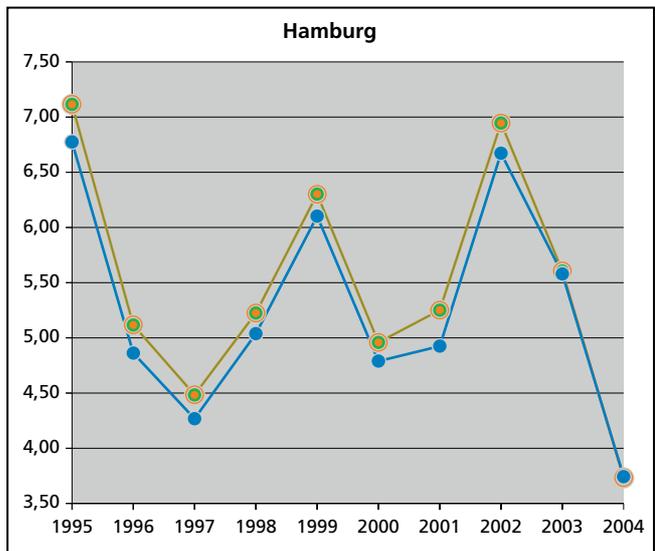
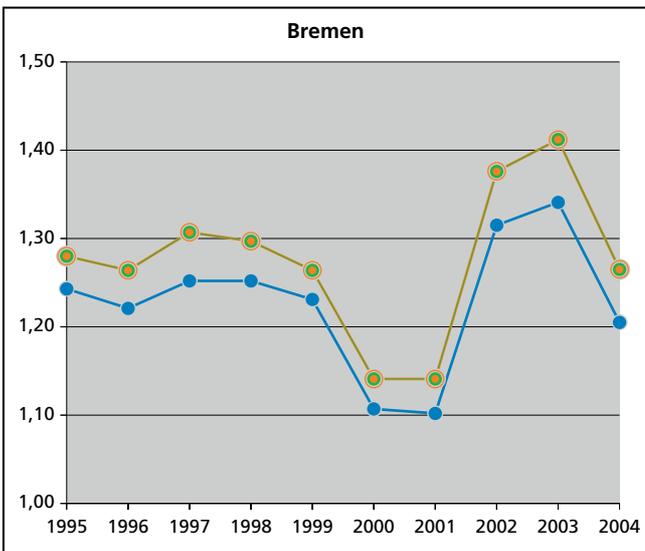
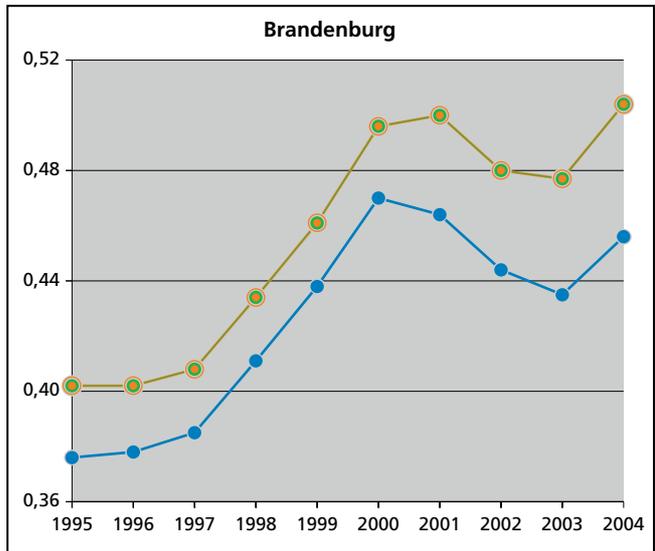
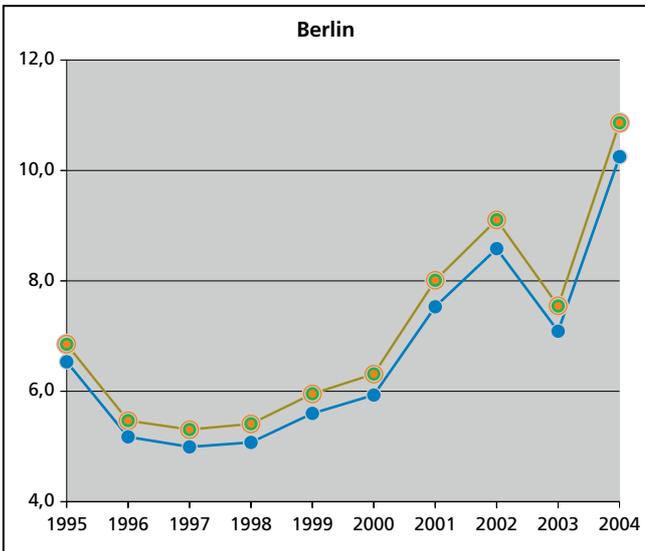
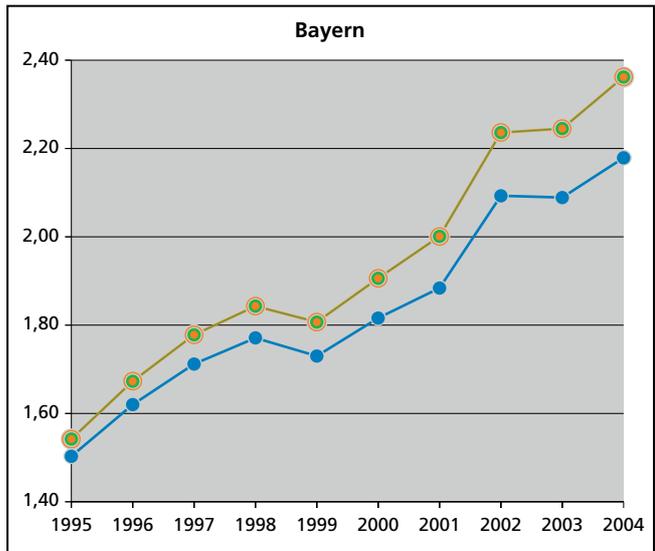
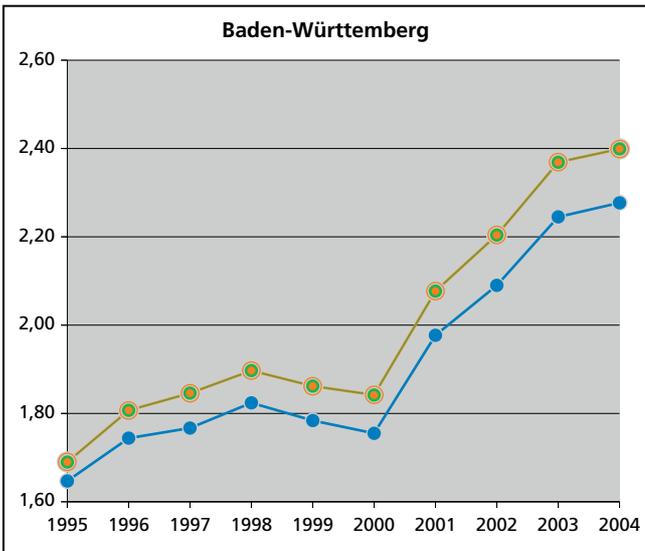
—●— WZD —●— ED —●— vR



Grafik: UGRdL

Abb. 3: Rohstoffproduktivität\*) 1995 – 2004 in 1 000 EUR je Tonne

—●— WZD —●— ED —●— vR

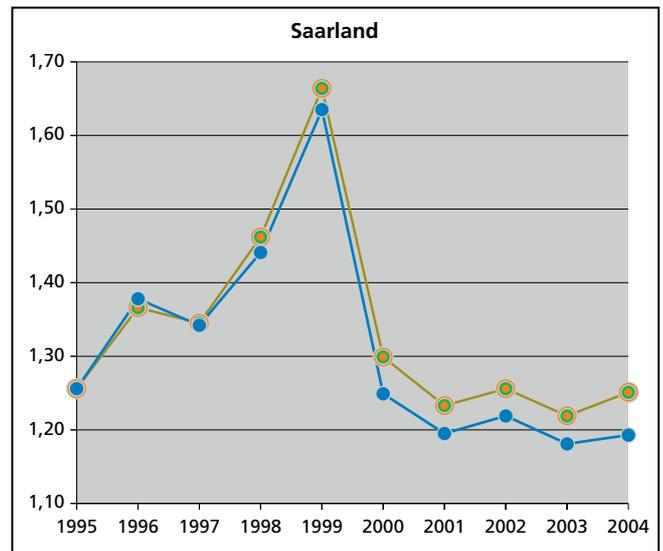
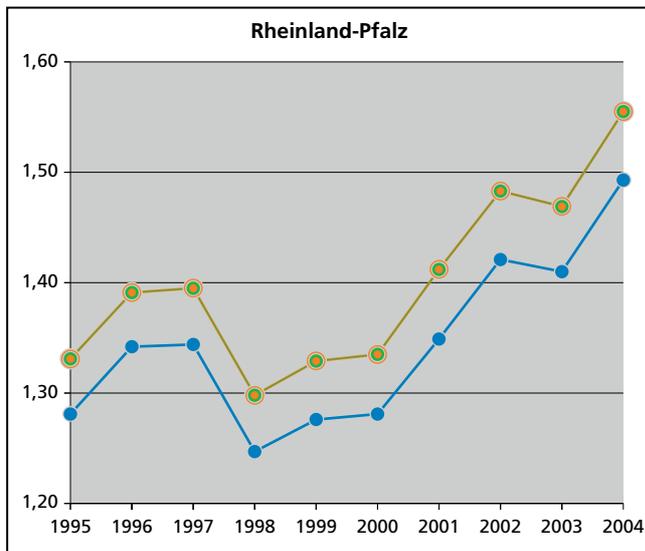
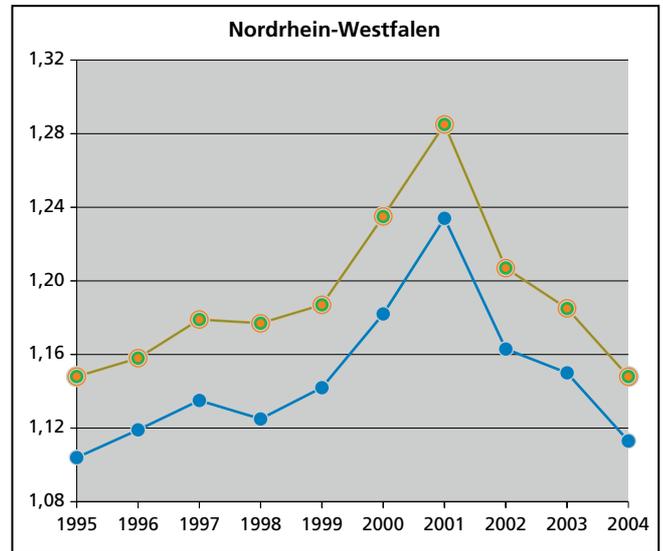
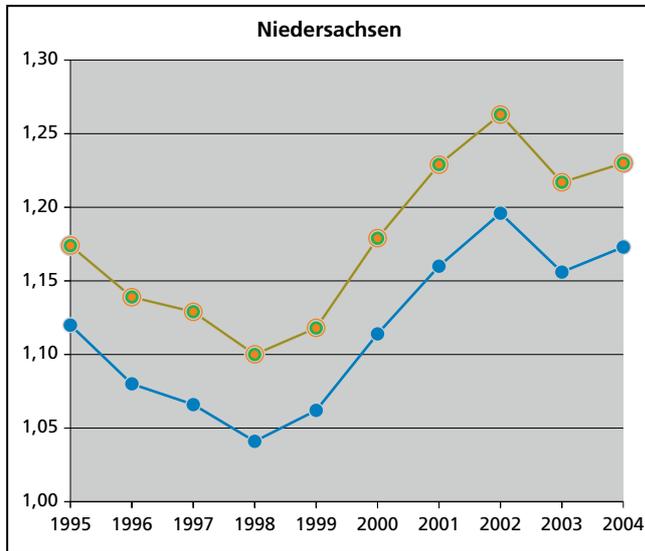
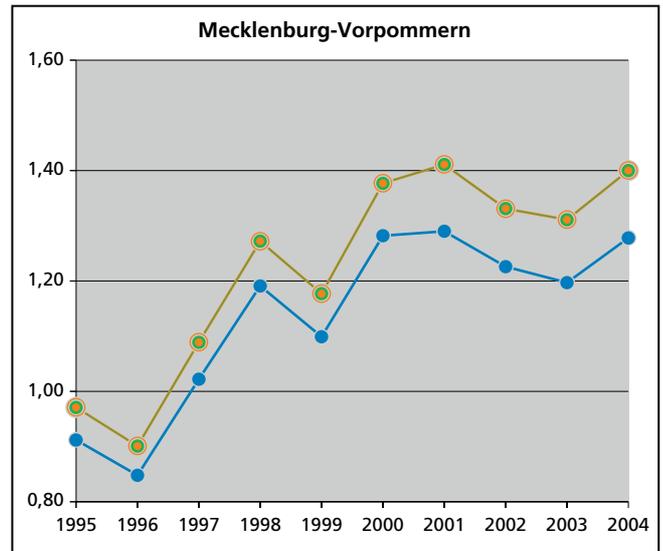
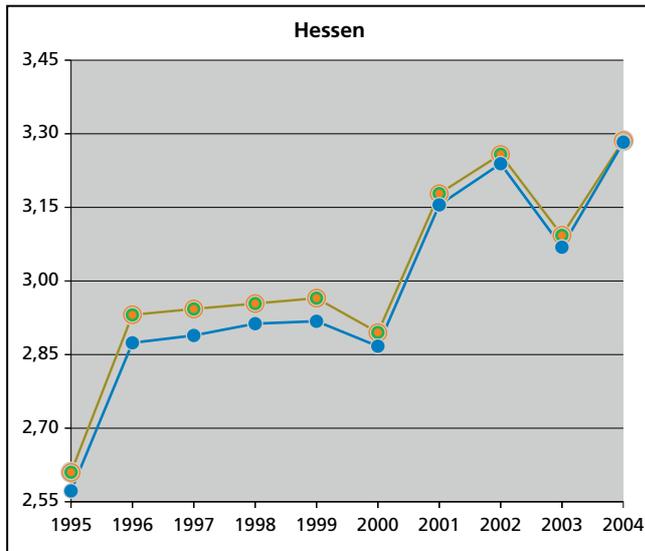


\*) Bruttoinlandsprodukt/Rohstoffverbrauch

Grafik: UGRdL

Noch: Abb. 3: Rohstoffproduktivität\*) 1995 – 2004 in 1 000 EUR je Tonne

—●— WZD —●— ED —●— vR

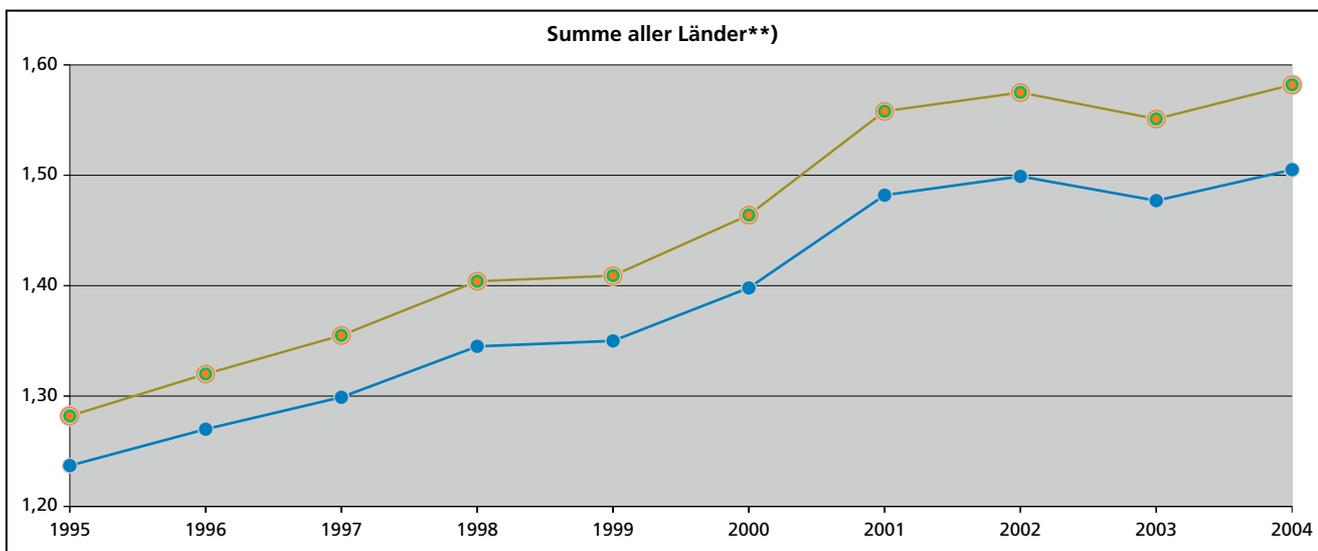
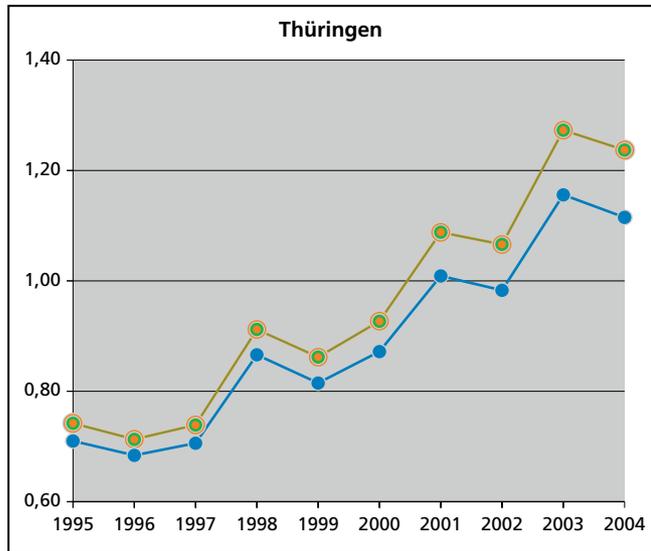
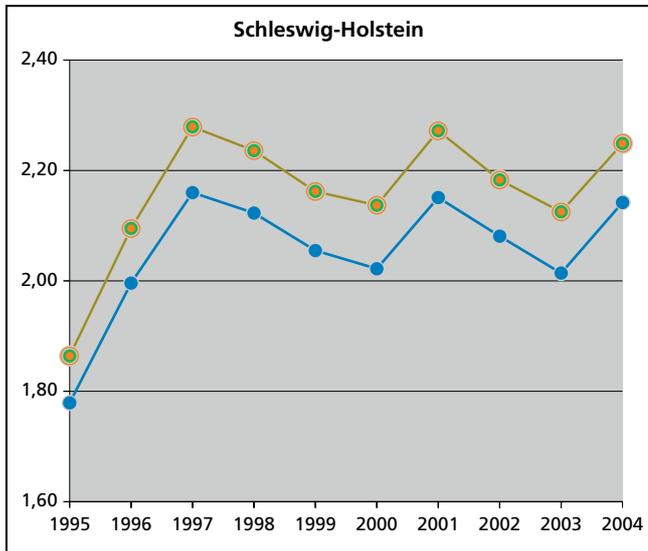
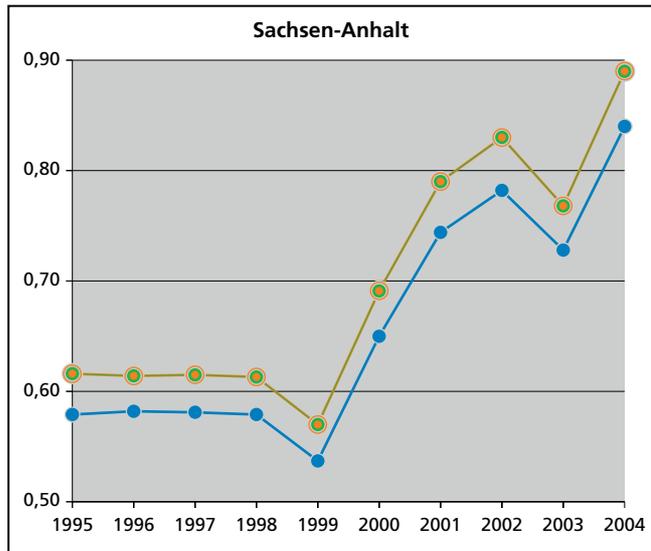
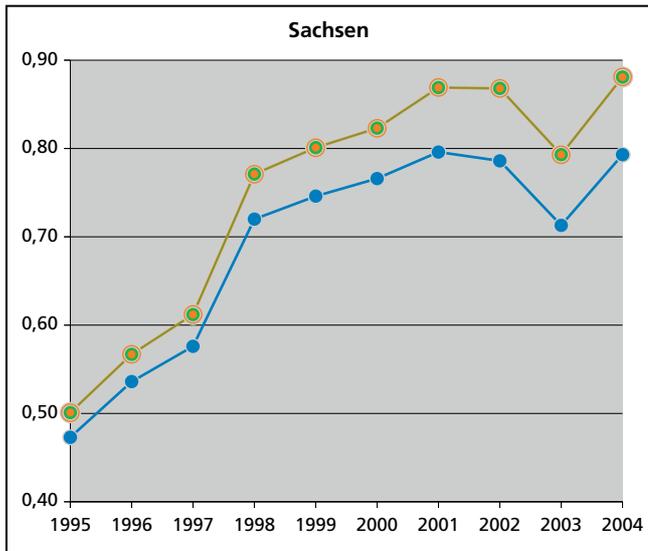


\*) Bruttoinlandsprodukt/Rohstoffverbrauch

Grafik: UGRdL

Noch: **Abb. 3: Rohstoffproduktivität\*) 1995 – 2004 in 1 000 EUR je Tonne**

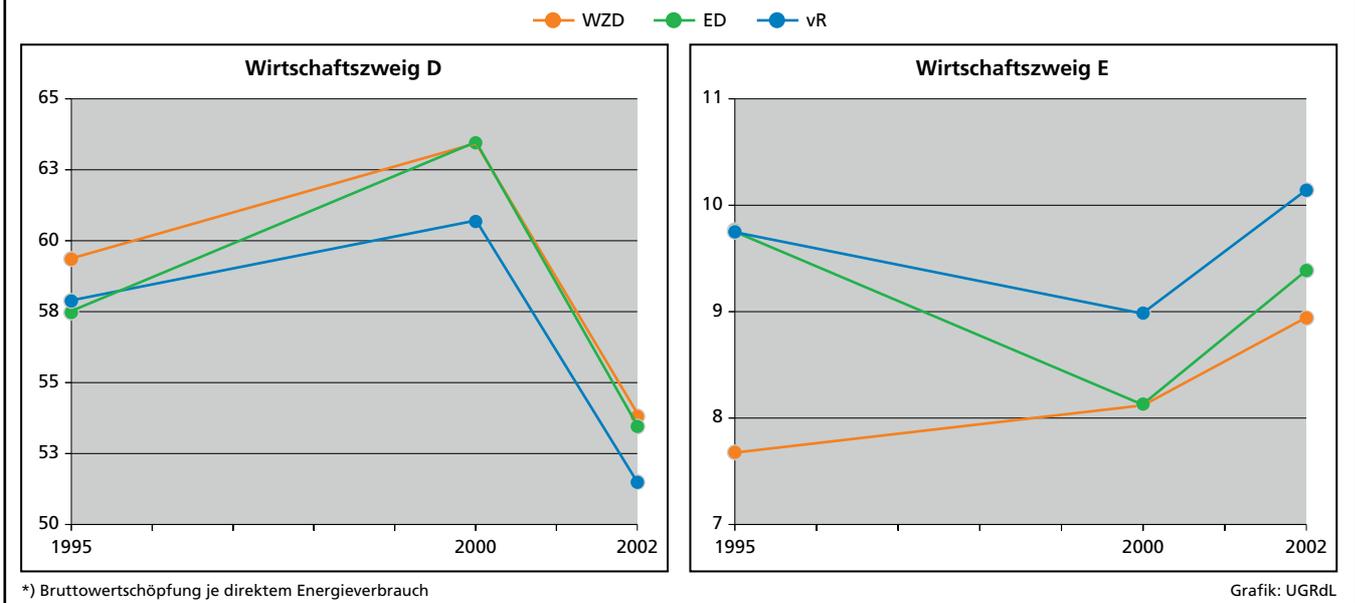
—●— WZD —●— ED —●— vR



\*) Bruttoinlandsprodukt/Rohstoffverbrauch – \*\*) Die Rohstoffproduktivität aller Länder stimmt aus rechnerisch-methodischen Gründen nicht mit der Rohstoffproduktivität von Deutschland überein. Deswegen wendet die AG UGRdL, im Fall einer solchen Abweichung, die Bezeichnung „Summe der Länder“ an.

Grafik: UGRdL

Abb. 5: Energieproduktivität\*) in Nordrhein-Westfalen 1995, 2000 und 2002 in EUR je Gigajoule



zweigen A + B und C der Fall, eingeschränkt auch im Wirtschaftszweig E. Im Verarbeitenden Gewerbe (D) sind die Unterschiede allgemein zu vernachlässigen.

Die WZD-, ED- und vR-Werte zeigen bei allen Umweltfaktoren überwiegend ähnliche Zeitentwicklungen bei allen Ländern und allen Wirtschaftszweigen, mit Ausnahme des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden (C) und der Energie- und Wasserversorgung (E).

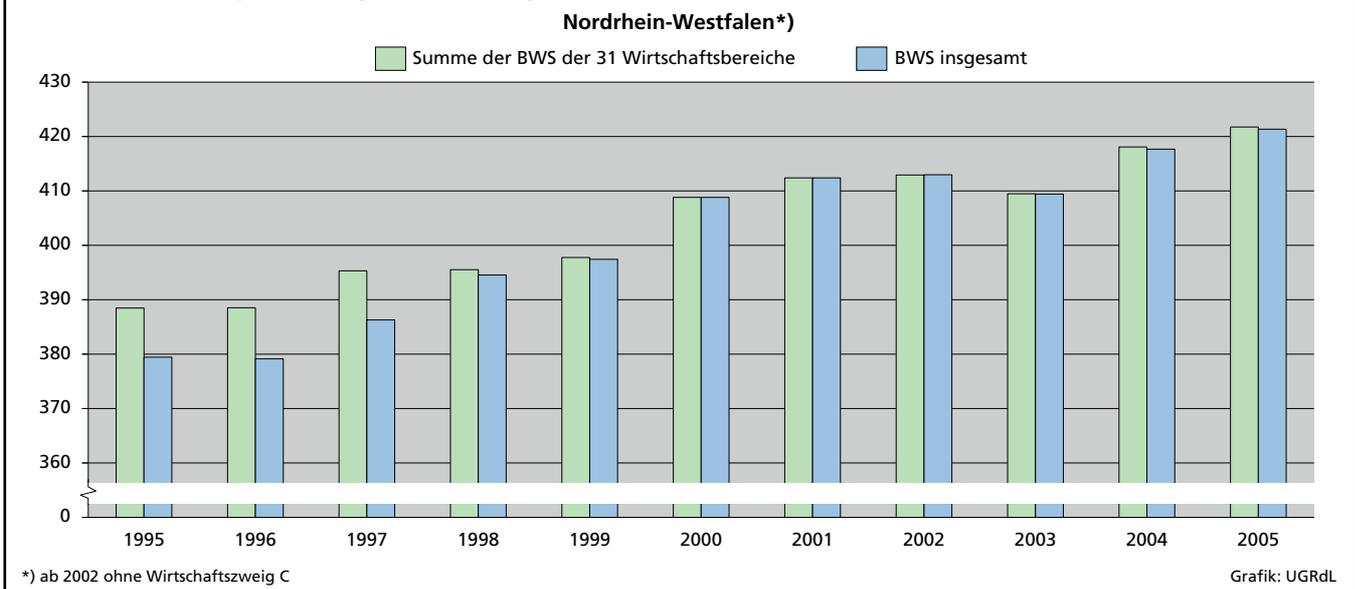
Die WZD- und ED-Werte stimmen im Referenzjahr überein. Die Unterschiede zwischen den WZD- und ED-Werte sind in der Mehrheit der Fälle gering bis mäßig, wobei sie etwas größer werden, je tiefer die betrachtete Wirtschaftszweiggliederung wird. Die größeren Abweichungen sind allgemein in den WZ A + B, C und E zu finden. In der Abbildung 5 sind als Beispiel die Ergebnisse für die Energieproduktivität in NRW in einem „guten“ Wirtschaftszweig (D) und in einem „problematischeren“ Zweig (E) dargestellt<sup>21)</sup>.

### 3.1.3 Die Nichtadditivität (bei Gliederungen der Gesamtwirtschaft)

Hier wurde untersucht, wie gravierend das Problem der Nichtadditivität der verketteten BWS-Werte der einzelnen Teilbereiche bei der Methode der wirtschaftszweigbezogenen Deflationierung ist.

In der Abbildung 6 (Seite 14 ff.) wurde die Summe der BWS-Werte über neun Teilbereiche<sup>22)</sup> mit der BWS insgesamt für alle Länder und Jahre verglichen. Im Referenzjahr 2000

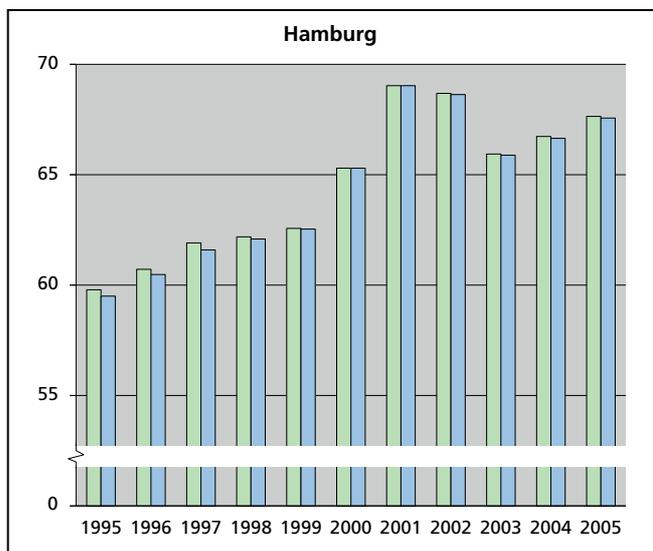
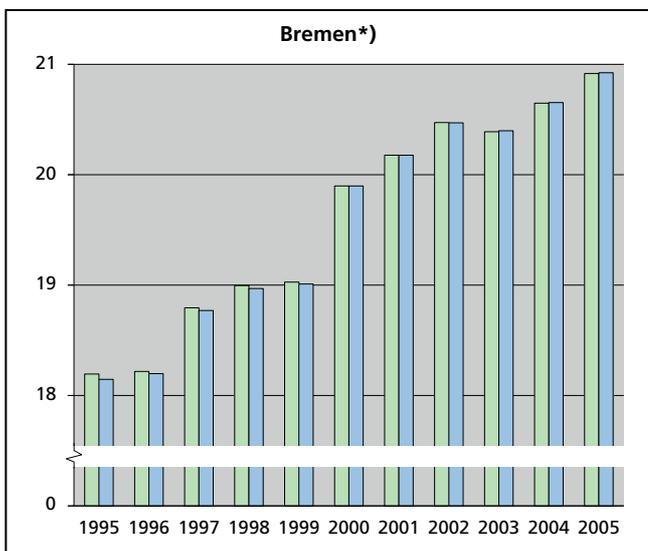
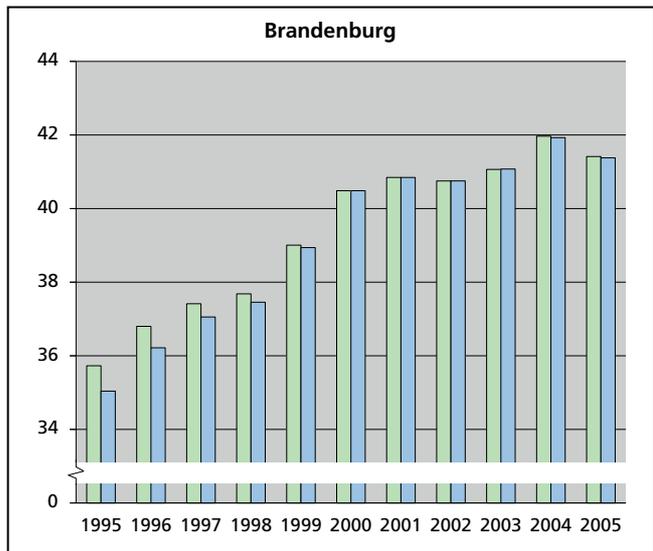
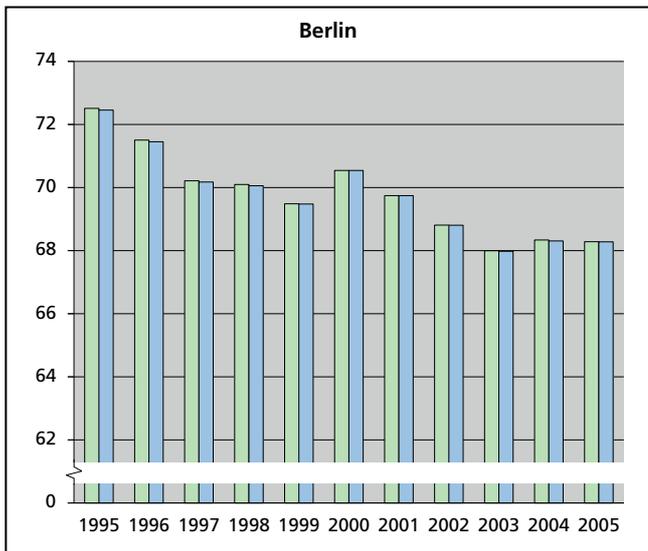
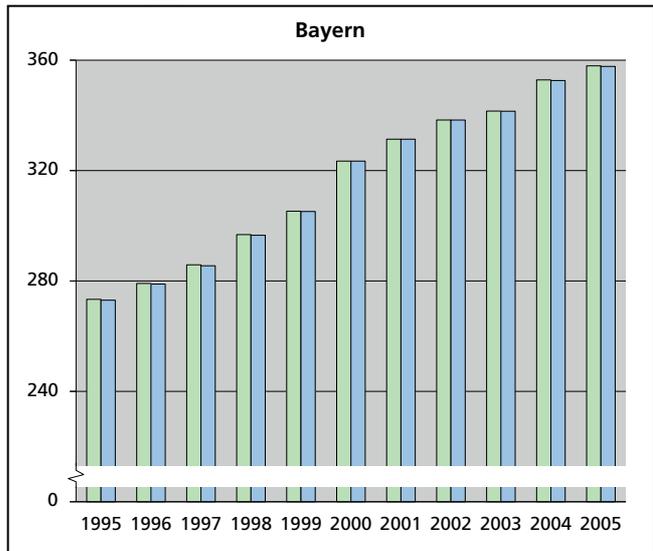
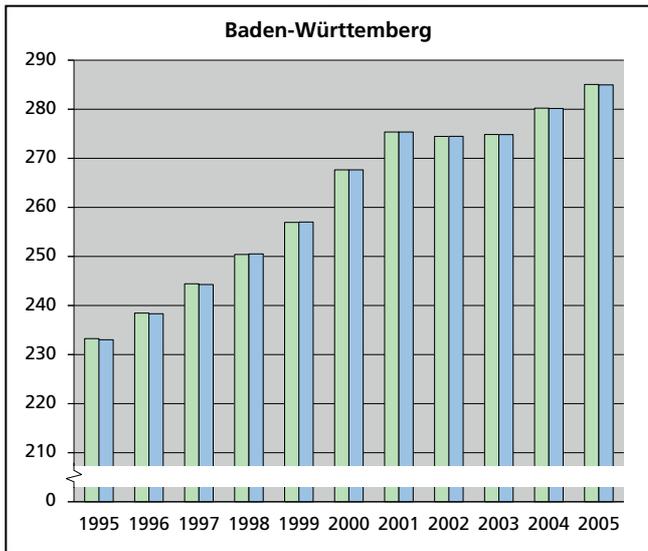
Abb. 7: Vergleich der Summe der BWS (preisbereinigt, verkettet) über alle Wirtschaftszweige (Gliederung in 31 Bereiche) mit der BWS (preisbereinigt, verkettet) insgesamt 1995 – 2005 in Mrd. EUR



21) Hier und in allen anderen Abbildungen wurden die Punkte nur zum Zwecke der grafischen Veranschaulichung verbunden. Damit wird nichts über die tatsächliche Entwicklung in den Jahren dazwischen unterstellt. – 22) A, B, C, D, E, F, G – I, J + K und L – P

**Abb. 6: Vergleich der Summe der BWS (preisbereinigt, verkettet) über alle Wirtschaftszweige (Gliederung in 9 Bereiche) mit der BWS (preisbereinigt, verkettet) insgesamt 1995 – 2005 in Mrd. Euro**

Summe der BWS der 9 Wirtschaftsbereiche      BWS insgesamt

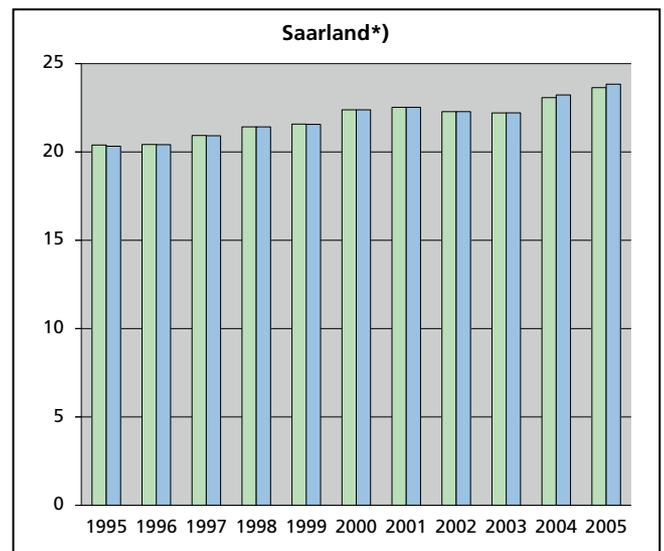
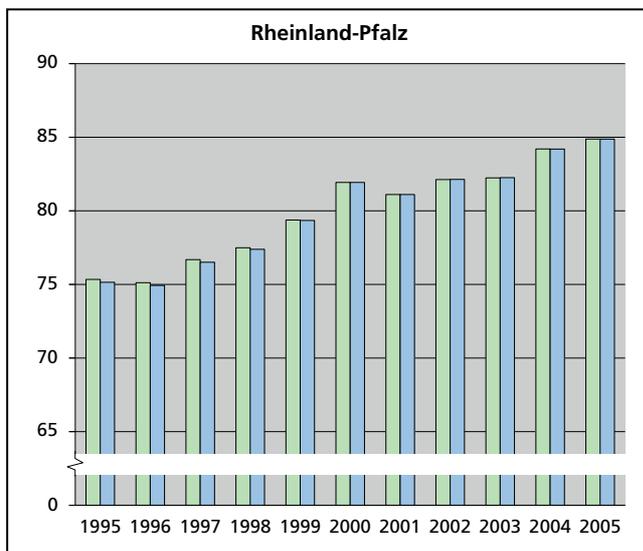
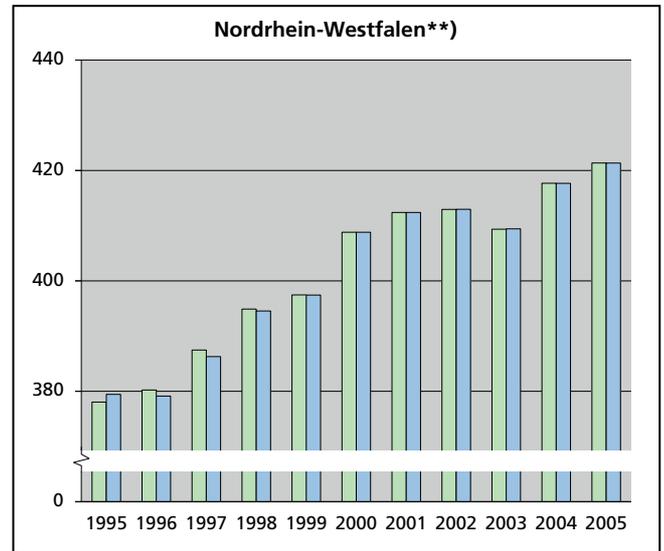
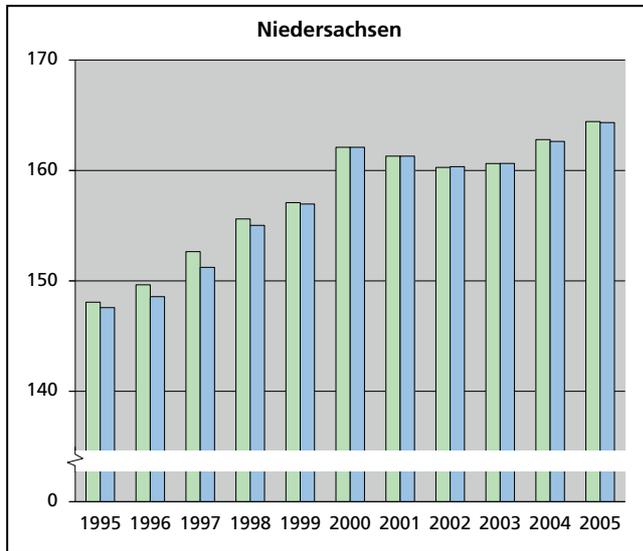
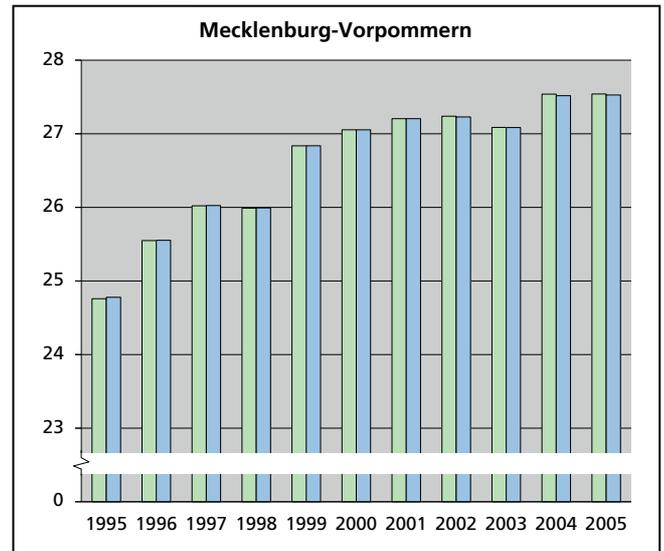
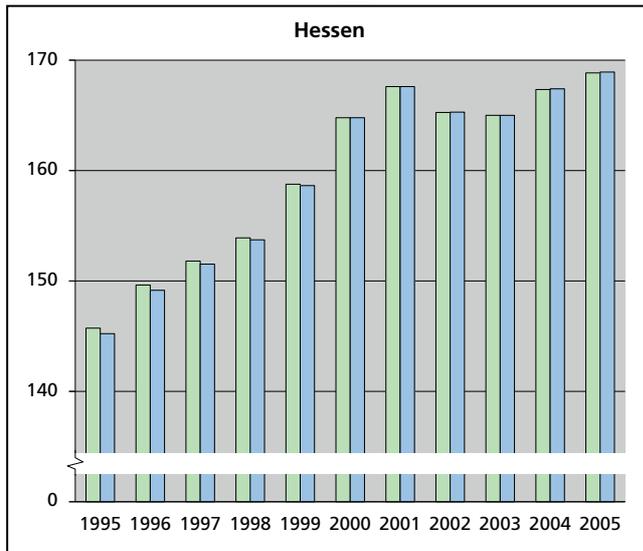


\*) ohne Wirtschaftszweig C

Grafik: UGRdL

Noch: **Abb. 6: Vergleich der Summe der BWS (preisbereinigt, verkettet) über alle Wirtschaftszweige (Gliederung in 9 Bereiche) mit der BWS (preisbereinigt, verkettet) insgesamt 1995 – 2005 in Mrd. Euro**

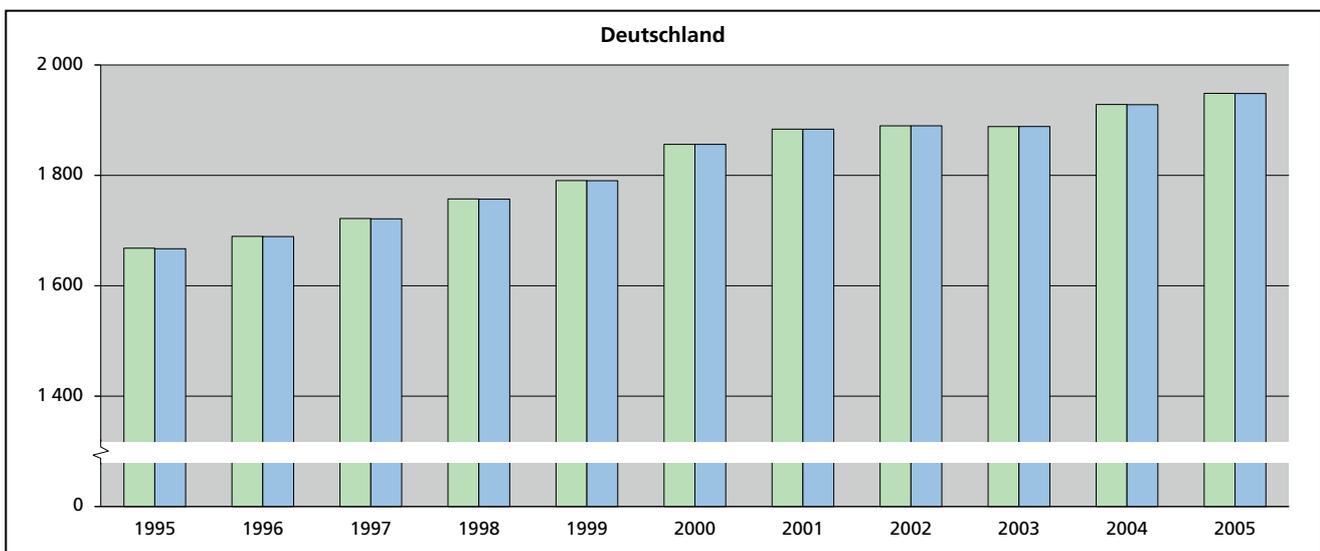
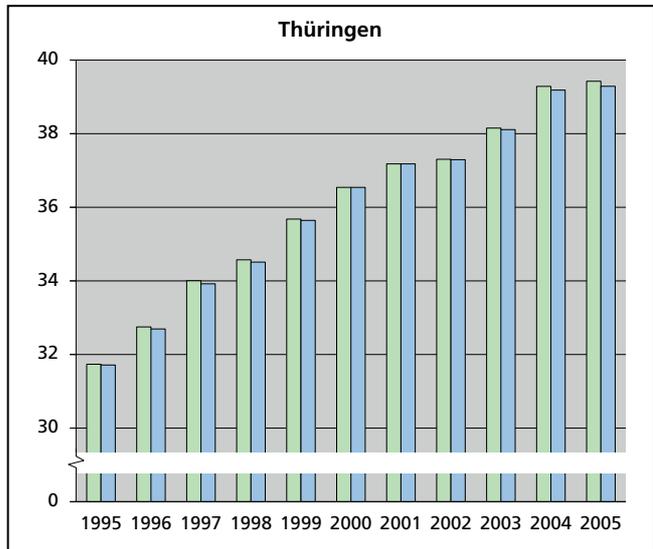
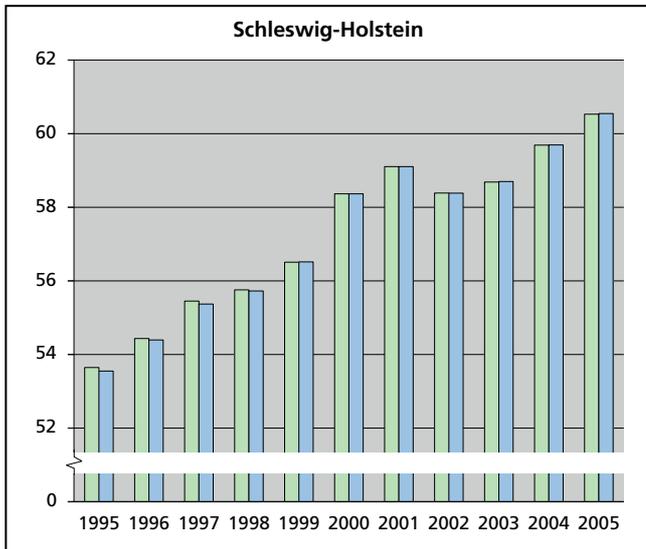
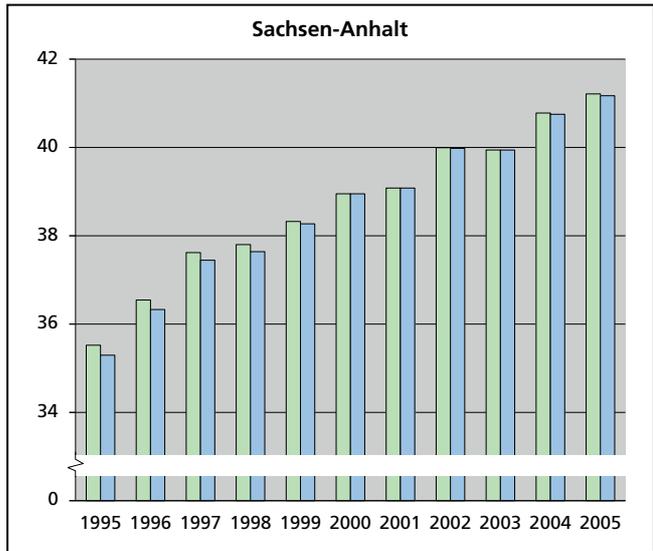
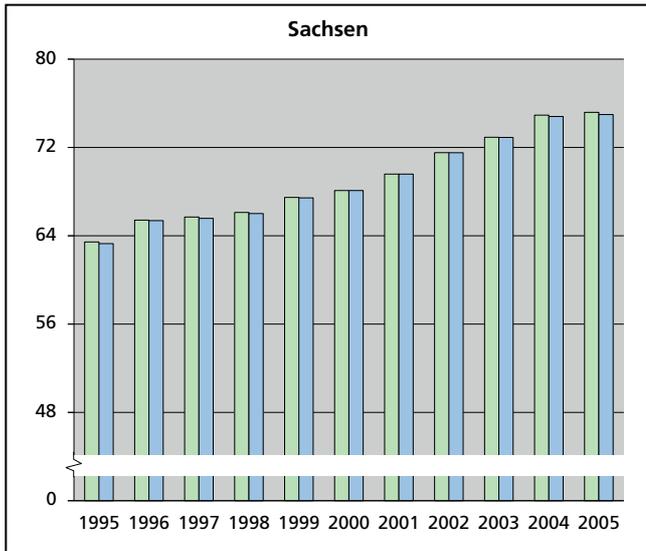
Summe der BWS der 9 Wirtschaftsbereiche      BWS insgesamt



\*) ohne Wirtschaftszweig C – \*\*) ab 2002 ohne Wirtschaftszweig C

Noch: **Abb. 6: Vergleich der Summe der BWS (preisbereinigt, verkettet) über alle Wirtschaftszweige (Gliederung in 9 Bereiche) mit der BWS (preisbereinigt, verkettet) insgesamt 1995 – 2005 in Mrd. Euro**

■ Summe der BWS der 9 Wirtschaftsbereiche    ■ BWS insgesamt



Grafik: UGRdL

und dem darauf folgenden Jahr gibt es keinen Unterschied. Der durchschnittliche Unterschied über alle Länder und Jahre liegt bei 0,1 % der BWS insgesamt. Die Differenzen werden etwas deutlicher, je entfernter das Berechnungsjahr vom Referenzjahr 2000 ist insbesondere in 1995 und 1996 –, sie bleiben aber immer geringfügig.

Am Beispiel der Daten für NRW wurde auch die tiefere Wirtschaftsgliederung in 31 Unterabschnitte<sup>23)</sup> untersucht (siehe Abbildung 7, Seite 13). Die Differenzen sind im Allgemeinen gering – einzelne Ausnahmen befinden sich in den Jahren 1995 bis 1997 – und ab 2001 bleiben sie unter 0,1 %. Der durchschnittliche Unterschied über alle Jahre liegt bei 0,7 %. Bei der Gliederung in neun Bereiche liegt der durchschnittliche Unterschied über alle Jahre in NRW bei 0,03 %.

### 3.1.4 Die regionale Nichtadditivität

Hier wurde in jedem der neun betrachteten Wirtschaftsbereiche untersucht, wie stark die Summe der BWS-Werte aller Länder von der BWS Deutschland abweicht. Die Differenzen sind in allen Jahren und Be-

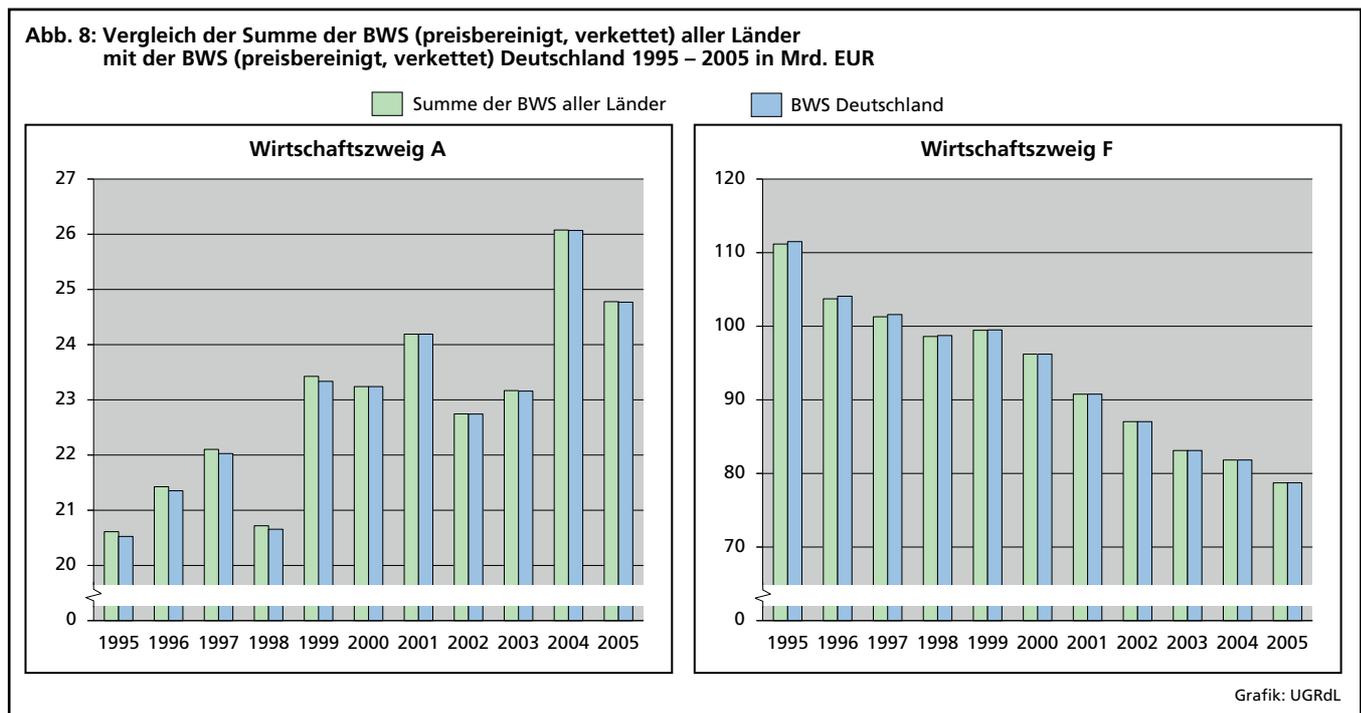
reichen – mit Ausnahme des Wirtschaftszweiges C - Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden – minimal (siehe Abbildung 8). Die durchschnittliche Differenz liegt bei 0,00015 % des Gesamtwertes, die größte (Wirtschaftszweig B - Fischerei und Fischzucht im Jahr 1995) beträgt 0,009 %. Daher lässt sich ableiten, dass die regionale Nichtadditivität – auf der untersuchten Ebene der Unterabschnitte – keine beeinträchtigende Rolle spielt.

Beim Wirtschaftszweig C war ein solcher Vergleich nicht möglich, weil die preisbereinigten verketteten BWS-Werte für Saarland und NRW nicht zur Verfügung stehen. In diesen Ländern liegt der Produktionswert des Bergbaus rein rechnerisch oft unter den Vorleistungen, was zu einer nichtpositiven BWS in jeweiligen (und in Vorjahres-)Preisen führt. Als Konsequenz entsteht bei diesen Ländern eine Unterbrechung in der Verkettungsprozedur<sup>24)</sup> und die preisbereinigten verketteten BWS-Werte werden deswegen nicht berechnet. Die BWS-Werte dieser Länder fließen jedoch in die Berechnung der deutschen BWS<sup>25)</sup> für den Bergbau ein. Ein Vergleich zwischen dem Gesamtwert für Deutschland und der Summe der Länderwerte ist deswegen nicht sinnvoll.

## 3.2 Fazit

Aus der Untersuchung beider Methoden und aus den Ergebnissen der Proberechnung (siehe auch Abbildung 9, Seite 18) stellt sich Folgendes heraus:

- Bei einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung führen beide Methoden zu denselben Ergebnissen. Unterschiede entstehen nur bei Auswertungen gegliedert nach Wirtschaftszweigen.
- Die **Methode der einheitlichen Deflationierung** (von den UGR des Statistischen Bundesamtes angewandt) gibt eine etwas unschärfere Wirtschaftsstruktur wieder, hat jedoch den Vorteil additive Ergebnisse nachzuweisen. Dies ist besonders geeignet für die Darstellung von tief gegliederten Ergebnissen, wie in den UGR des Bundes. Rechnerisch ist diese Methode etwas aufwendiger, weil die dafür benötigten Deflatoren und die BWS-Werte der einzelnen Wirtschaftszweige errechnet werden müssen.
- Die **Methode der wirtschaftszweigbezogenen Deflationierung** ist konsistent mit den Berechnungsmethoden der VGR d L, zu denen die UGRdL ein Satellitensys-



23) Dies entspricht der A31-Gliederung nach NACE Rev. 1. – 24) Ausführliche Informationen über die Verkettungsprozedur im Fall nichtpositiver Werte sind in [NIEHAUS 2005] und [TÖDTER 2006] zu finden. – 25) Die gesamtdeutsche BWS in jeweiligen Preisen bleibt positiv.

tem sind. Auf Ebene der einzelnen Wirtschaftszweige wird eine genaue Abbildung der Wirtschaftsstruktur dargestellt. Das Problem der Nichtadditivität der Teilaggregate ist zumindest bis zur A31-Ebene der Klassifikation der Wirtschaftszweige 1993 sowie bis zur regionalen Gliederungsebene „Länder“ für die UGRdL zu vernachlässigen. Rechnerisch stellt diese Methode keinen besonderen Aufwand dar, da alle benötigten Ausgangsdaten von den VGR d L schon berechnet werden.

Auf der Basis dieser Ergebnisse wurde nach einem Vorschlag des LDS NRW<sup>26)</sup> (Federführung der UGRdL) bei der 15. Sitzung der AG UGRdL beschlossen, die Methode der wirtschaftszweigbezogenen Deflationierung bei der Indikatorenbildung anzuwenden. Die ersten UGRdL-Ergebnisse mit den revidierten BIP- und BWS-Zahlen werden voraussichtlich im Herbst 2007 veröffentlicht.

#### 4 Ausblick

Die „große“ Revision der VGR im Jahr 2005 hat u. a. zu wesentlichen Änderungen in der Berechnung und Darstellung des Bruttoinlandsprodukts und der Bruttowertschöpfung geführt. Da diese Werte als Bezugswerte in die Berechnung mehrerer Umwelteinsatzfaktoren einfließen, wurde ebenfalls eine entsprechende Revision der Methoden und Ergebnisse der UGR erforderlich. Nach der Entscheidung der AG UGRdL, die Methode der wirtschaftszweigbezogenen Deflationierung anzuwenden, kommen folgende Arbeitsschritte auf die Koordinierungsländer zu:

- die vollständige rückwirkende Neuberechnung aller betroffenen Indikatoren, um zeitliche Vergleiche weiterhin zu ermöglichen;
- die Prüfung der Ergebnisse, insbesondere im Hinblick auf die Auffälligkeiten, die im Rahmen der Proberechnung in einigen Problemreichen beobachtet wurden;

- die konsequente Überarbeitung des Auswertungsprogramms der UGRdL.

Die ersten revidierten Ergebnisse werden voraussichtlich im Herbst 2007 erscheinen.

#### 5 Literatur

Braackmann, A.; Hartmann, N.; Räth, N.; Strohm, W. u. a. 2005: Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen 2005 für den Zeitraum 1991 bis 2004. In: Wirtschaft und Statistik 5/2005, S. 425 – 462, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

Emmerichs, S.; Kertels, W. 2006: Revision 2005 der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder. In: Statistische Monatshefte 11/2006, S. 691 – 699, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems

Fischer, B., Thalheimer, F. 2006: Revision 2005 der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder. In: Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 6/2006, S. 30 – 34, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart

Grömling, M. 2005: Sinn und Unsinn von Quoten auf Basis von preisbereinigten Werten. In: Allgemeines Statistisches Archiv 89, S. 451 – 468, Physica Verlag 2005

Niehaus, W. 2005: Vorjahrespreisbasis: Rechenregeln für die Aggregation. In: ifo Schnelldienst 22/2005, S. 12 – 16, ifo Institut für Wirtschaftsforschung e. V. 2005

Speich, W.-D. 2006: Revision 2005 in den regionalen Gesamtrechnungen. In: Statistik in Sachsen 2/2006, S. 35 – 46, Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Kamenz

Tödter, K.-H. 2006: Umstellung der deutschen VGR auf Vorjahrespreisbasis; Konzept und Konsequenzen für die aktuelle Wirtschaftsanalyse sowie die ökonomische Modellierung. Deutsche Bundesbank, Reihe 1: Volkswirtschaftliche Studien Nr. 31/2006

**1. BIP<sub>WZD</sub> = BIP<sub>ED</sub>**  
 größer als die Werte vor Revision (vR)

- höhere Produktivitäten
- niedrigere Intensitäten

**2. BWS<sub>WZD</sub> = BWS<sub>ED</sub> im Referenzjahr 2000**  
 Unterschiede steigen mit Entfernung vom Referenzjahr 2000

- geringe bis mäßige Differenzen bei den Umweltgrößen
- größere Abweichungen in den Wirtschaftszweigen A + B, C, E

**3. Nichtadditivität von Teilaggregaten**

Gliederung in 9 Wirtschaftsbereiche

- geringfügige Differenzen (Durchschnitt 0,1 %)

Gliederung in 31 Wirtschaftsbereiche

- geringe Differenzen, außer 1995 – 1997
- ab 2001 Differenzen unter 0,1 %

Gliederung in 16 Länder

- minimale Differenzen (Durchschnitt 0,00015 %)

Abb. 9: Die Ergebnisse der Proberechnung in Kürze

<sup>26)</sup> in Abstimmung mit dem Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (Federführung der VGR d L) und dem Statistischen Amt Saarland (Schnittstelle für die VGR d L bei den UGRdL) und im Einvernehmen mit dem Statistischen Bundesamt.

# Schätzverfahren zur Bodenversiegelung: UGRdL-Ansatz

Diplom-Geografin Britta Frie, Diplom-Volkswirt Ralph Hensel

*Anthropogene Bodenversiegelung ist vorrangig abhängig von der Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV). Dabei werden Böden bebaut, asphaltiert, mit wassergebundenen Decken versehen, stark verdichtet und auf andere Weise ganz oder teilweise versiegelt. Die Auswirkungen auf den Schutz der natürlichen Bodenfunktionen und die Speicherfunktionen des Bodens (z. B. für Wasser) sind teilweise irreversibel und belasten auch andere Umweltbereiche<sup>1)</sup>. Aus diesem Grunde stiegen in den letzten Jahren die Forderungen nach einem zusätzlichen Nachhaltigkeitsindikator Bodenversiegelung, der als Steuerungsinstrument für politische Entscheidungsträger mit herangezogen werden kann. Für die Berechnung der Versiegelung wurde jetzt auf Ebene der Bundesländer ein Schätzverfahren entwickelt, das im Folgenden vorgestellt wird.*

## 1 Einleitung

Bodenversiegelung gehört als Teilaspekt des Flächenverbrauchs zu den Hauptbelastungsfaktoren des Ökosystems Boden. Damit ist die Bodenversiegelung als Teil der Flächeninanspruchnahme durch urban-industrielle Überformung in den letzten Jahren zunehmend zum Thema deutscher Nachhaltigkeitspolitik geworden.

Jedoch liegen bundesweit keine flächendeckenden Daten zur Bodenversiegelung vor. Aus diesem Grunde beauftragte die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) im Jahr 2005 eine Expertengruppe aus Bund und Ländern, ein geeignetes Schätzverfahren zur Ermittlung der Bodenversiegelung auf Bundesländerebene zu entwickeln, das den Nachhaltigkeitsindikator „Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsfläche“ um eine zusätzliche Komponente erweitert [Dahlmann, Gunreben u. a. 2007].

Unter der Federführung des Niedersächsischen Umweltministeriums und der Geschäftsführung des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen trafen sich als ständige Mitglieder der Expertengruppe Vertreter des Umweltbun-

desamtes, des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung sowie der Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder<sup>2)</sup> zu mehreren Fachgesprächen. Dabei wurde die Gruppe zusätzlich durch Experten aus anderen Institutionen<sup>3)</sup> unterstützt, deren Informationen und Anregungen teilweise in das Schätzverfahren zur Bodenversiegelung einfließen.

## 2 Anforderungen an den Indikator Versiegelung

Um eine geeignete Methode zur Schätzung der Bodenversiegelung entwickeln zu können, war es vorab notwendig, ein Anforderungsprofil für den zukünftigen Indikator zu erstellen.

Im ersten Schritt musste der Begriff Bodenversiegelung eindeutig definiert werden, da fälschlicherweise häufig die gesamte SuV als versiegelte Bodenfläche angesehen wird, obwohl innerhalb der SuV auch Parkanlagen, Gärten und Freiflächen berücksichtigt werden. Unter versiegelten Flächen werden diejenigen Flächen verstanden, die aus städtebau-

2) Vgl. [www.ugrdl.de](http://www.ugrdl.de). – 3) Institut für Ökologische Raumentwicklung, Dresden; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin; GIT HydroS Consult GmbH, Freiburg im Breisgau; Institut für Ökologische Raumentwicklung, Dresden; Regio GIS+Planung, Duisburg; Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Freiberg

## Anforderungsprofil für den zukünftigen Indikator

- Grundlage für den Indikator Versiegelung muss eine bundeseinheitliche Definition von Versiegelung sein.
- Die Datengrundlage zur Erhebung des Indikators muss bundesweit verfügbar sein, zusätzliche Erhebungen sollten – auch aus Kostengründen – entfallen.
- Der Indikator muss eine quantifizierbare Größe sein, mit dem sich Zeitreihen erstellen lassen und Trendaussagen ermöglicht werden.
- Das Verfahren zur Berechnung des Indikators soll einfach, transparent und gut kommunizierbar sein.
- Bei der Erhebung des Indikators Versiegelung sollte eine enge Korrespondenz mit der Datenerhebung der SuV (Indikator „Flächeninanspruchnahme“) bestehen.
- Eine Aggregation der Daten auf kommunaler Ebene sollte möglich sein.
- Die Darstellung eines mittleren Versiegelungsanteils und eines entsprechenden Schwankungsbereiches der ermittelten Werte ist wünschenswert.
- Wünschenswert ist die Differenzierbarkeit nach Gebietstypen bzw. Raumkategorien, um die unterschiedlichen Versiegelungsgrade in ländlichen Gebieten von denen in verdichteten und hoch verdichteten Gebieten abzugrenzen.

Als öffentlichkeitswirksame Kenngröße soll der Indikator ein politisches Steuerungsinstrument darstellen, welches bestimmte ökologische Aspekte der Flächeninanspruchnahme, insbesondere im Hinblick auf den Bodenschutz und die Wohnumfeldqualität, kennzeichnet. (Vgl. Dahlmann, Gunreben u. a. 2007.)

1) Vgl. im Detail: Umweltbundesamt 2003.

licher Sicht überbaut oder befestigt sind (z. B. wassergebundene Oberflächen, asphaltierte, betonierte oder gepflasterte Flächen).

### 3 Ansätze zur Bodenversiegelung

Da laut Anforderungsprofil keine zusätzlichen Erhebungen zur Ermittlung der Bodenversiegelung durchgeführt werden sollten, wurde überprüft, ob die vorhandenen Methoden zur Ermittlung der Versiegelung ohne zusätzliche Erhebungen eine bundesweite Berechnung erlauben.

Die im Folgenden aufgeführten Methodenansätze lassen sich aufgrund ihrer verschiedenen Erhebungsverfahren bzw. ihrer Datengrundlage in vier Gruppen zusammenfassen:

1. Erhebungen mittels Fernerkundungsdaten (Satelliten- bzw. Luftbilddauswertung),
2. Auswertung der Erhebungen zu städtebaulichen Strukturtypen,
3. Berechnungen auf der Grundlage von ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem),
4. Berechnungen auf Grundlage der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung.

Für die Auswahl der geeigneten Methode zur Ermittlung des Indikators Versiegelung wurden die vier Ansätze den einzelnen Punkten im Anforderungsprofil gegenübergestellt. Ta-

belle 1 gibt einen Überblick über die Eignung der einzelnen Methodenansätze bezogen auf die formulierten Anforderungen an den Indikator.

**Zu 1:** Obwohl der Einsatz von Satelliten- bzw. Luftbilddaten eine gute Bodenauflösung sowie kleinräumig detaillierte Bodenauswertungen erlauben, kommt dieser Ansatz zurzeit aus zwei Gründen noch nicht für die bundesweite Ermittlung der Versiegelung in Betracht:

- Bundesweite Aufnahmen mit vergleichbarer Qualität liegen bisher nicht vor (u. a. gleicher Satellit, gleiche Auflösung).
- Die Datenerhebung ist noch zu kostenintensiv.

**Zu 2:** Eine bundesweite Vergleichbarkeit der Bodenversiegelung durch die Übertragbarkeit der Versiegelungsanteile aus den städtebaulichen Strukturtypen (vgl. Arlt u. a., 2001) in andere Klassifikationen (z. B. Klassen der tatsächlichen Nutzung) ist momentan noch nicht gegeben, sodass dieser Ansatz auch nicht gewählt wurde.

**Zu 3:** Für die Erhebung der Versiegelung lässt sich bis jetzt auch das Berechnungsmodell mittels direkter ATKIS-Auswertungen nicht einsetzen, da zum einen der Gebäudebestand erst mit der neuen Version ATKIS-Basis-DLM/3 eingepflegt wird. Zum anderen ist bisher eine Trend- und Zeitreihendarstellung wegen fehlender Historienverwaltung nicht möglich.

**Zu 4:** Bei der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung handelt es sich um eine Sekundärstatistik. Die Daten werden alle vier Jahre mit Stichtag 31. 12. von den Katasterämtern zur Verfügung gestellt. Die Verwendung der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung weist gegenüber den anderen Ansätzen drei entscheidende Vorteile auf:

- Die Daten sind bundesweit verfügbar.
- Die Anbindung an den Indikator „Flächeninanspruchnahme“ ist gewährleistet.
- Zeitreihen und Trendaussagen sind möglich.

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass

- a) die Ergebnisse für die einzelnen Nutzungsarten<sup>4)</sup> in tieferer Gliederung (z. B. Nutzungsart 140, Gebäude- und Freifläche für Handel und Dienstleistungen) nicht in jedem Bundesland erhoben werden,
- b) Umschlüsselungen von Nutzungsarten auf tiefer regionaler Ebene zwischen einzelnen Jahren (z. B. im Zuge von Flurbereinigungsverfahren) zu nicht plausiblen Ergebnissen in den Zeitreihen führen,
- c) die Zuordnung der einzelnen Nutzungsarten in der tiefsten Gliederung (1er- und 10er-Position) nicht in jedem Katasteramt gleich gehandhabt wird.

Seit dem Jahr 2000 werden jährlich zusätzlich als Teilerhebung aus der

<sup>4)</sup> Nutzungsarten gegliedert nach 1er-, 10er- und 100er-Positionen aus dem ADV-Nutzungsverzeichnis

1. Eignung verschiedener Methoden für die Erhebung eines Indikators Versiegelung in Abhängigkeit vom Anforderungsprofil				
Anforderungen	Fernerkundung	Städtebauliche Strukturtypen	ATKIS	Flächenerhebung
Quantifizierung und Zeitreihendarstellung möglich	ja (falls entsprechende Szenen/Bilder vorliegen)	nein	nein	ja
Einfache und gut kommunizierbare Erhebungsmethode	nein	nein	ja	ja
Datengrundlage ist bundesweit vorhanden	nein	nein	ja	ja
Enge Korrespondenz mit Indikator Flächeninanspruchnahme	nein	nein	nein	ja
Aggregation auf kommunaler Ebene ist möglich	ja (falls Verschneidung mit administrativen Geometrien möglich ist)	ja (falls Verschneidung mit administrativen Geometrien möglich ist)	ja	ja
Darstellung sowohl eines mittleren Versiegelungsanteils als auch eines Schwankungsbereichs ist möglich	ja	ja	ja	ja
Differenzierung nach Raumkategorien ist möglich	nur falls Verschneidung mit administrativen Geometrien möglich ist	ja	ja	ja

Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung die zusammengesetzten Nutzungsarten für die Siedlungs- und Verkehrsfläche je Bundesland erfragt.

### Verfügbare Daten

- **Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung**
  - bundesweit nur alle vier Jahre
  - tiefe regionale Gliederung
  - tiefe Gliederung innerhalb der Nutzungsarten
- **Teilerhebung: Siedlungs- und Verkehrsfläche je Bundesland**
  - jährlich bundesweit seit dem Jahr 2000
  - regionale Gliederung (nur Länderebene)
  - zusammengefasste Nutzungsarten

Die Teilerhebung mit den zusammengefassten Nutzungsarten auf Bundesländerebene birgt den ganz großen Vorteil, dass die Unschärfen, die sich aus der tiefen regionalen Gliederung bzw. der tiefen Gliederung innerhalb der Nutzungsarten ergeben, in der Regel nivelliert werden. Hinzu kommt, dass durch die jährliche Erhebung Zeitreihen und Trendaussagen möglich sind (vgl. Abb. 1).

2. der im Rahmen der Koordinierungsaufgabe für die AG Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (UGRdL) vom Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW untersuchte Singer-Ansatz [Singer 1995; Birkmann 2004].

Der NLÖ-Ansatz verwendet feste Versiegelungsanteile für die einzelnen Nutzungsarten in tiefster Gliederung, die sich aus einer Felduntersuchung für die Stadt Hildesheim ergeben haben. Mit der Annahme, dass diese festen Versiegelungsanteile überall gleich sind, werden sie auf andere Regionaleinheiten übertragen.

Singer hat dagegen in seiner Untersuchung die Freiflächen für die einzelnen Nutzungsarten in tiefster Gliederung bestimmt. Die versiegelte Fläche ergibt sich aus der Subtraktion der Freiflächen von der Gesamtfläche der Regionaleinheit (ohne Wasserflächen).

Die Zuweisung der Freiflächenanteile zu den einzelnen Nutzungsarten beruht auf reinen Plausibilitätsüberlegungen unter Hinzunahme verschiedener Untersuchungen. Zusätzlich berücksichtigt dieser Ansatz bis zu einem gewissen Maße auch strukturelle Unterschiede zwischen Regio-

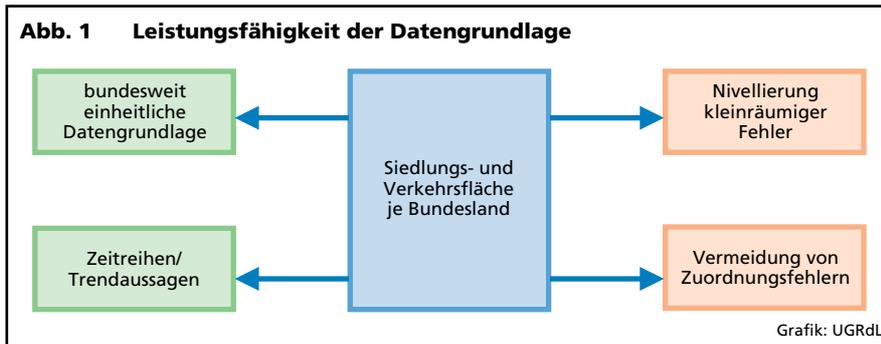
den Vergleichsberechnungen durchgeführt, denen auch noch andere Untersuchungen gegenübergestellt wurden (vgl. Tab. 4, S. 25). Die Berechnungen nach dem NLÖ-Ansatz ergeben deutlich niedrigere Ergebnisse für den Versiegelungsgrad als der Singer-Ansatz. Für Niedersachsen wird ein Anteil der versiegelten Fläche an der Gesamtfläche von 4,5 % (1997) angegeben. Dagegen ergibt sich nach dem Singer-Ansatz (2001) ein Anteil von 7,4 %. Bei einer Betrachtung in tieferer regionaler Gliederung hat Hannover nach dem NLÖ-Ansatz innerhalb Niedersachsens mit 25 % den höchsten Versiegelungsgrad. Bei einer Berechnung nach dem Singer-Ansatz ergibt sich dagegen für Hannover ein Versiegelungsgrad von 39,9 %. Für das Land Berlin als großer Ballungsraum liegt der Wert des NLÖ-Ansatzes bei 24,7 %, während der Singer-Ansatz bei 38,5 % liegt. Die Versiegelungsgrade nach dem Umweltatlas Berlin liegen für 2001 bei 34,7 % (vgl. Umweltatlas Berlin). Ähnlicher sind die Ergebnisse für dörflich strukturierte Gemeinden, deren Bandbreite zwischen 3 % und 7 % beim NLÖ-Ansatz und zwischen 3,2 % und 4,7 % bei Singer liegen. Insgesamt ist festzustellen, dass der NLÖ-Ansatz eher eine untere Grenze der tatsächlichen Versiegelung angibt und der Singer-Ansatz eine obere Grenze.

Die Vergleiche zeigen, dass keiner von beiden Ansätzen für alle Regionen überzeugende Ergebnisse liefert. Deshalb wurde eine neue Methode entwickelt. Ausgangspunkt war dabei der Grundgedanke des Singer-Ansatzes, dass Versiegelungsanteile der Nutzungsarten nicht immer gleich sein müssen, sondern auch von den Verdichtungsunterschieden zwischen den Regionen abhängen.

## 4 UGRdL-Ansatz

Bundesweit liegen zurzeit keine flächendeckenden Zahlen zur Bodenversiegelung vor.

Daher wird die Versiegelung für die einzelnen Bundesländer auf Grund-



Folglich wurden im nächsten Schritt die vorhandenen Ansätze zur Bestimmung der Bodenversiegelung auf der Grundlage der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung auf ihre Eignung geprüft.

Zur Wahl standen:

1. das niedersächsische Berechnungsmodell, auch kurz als NLÖ-Ansatz bezeichnet [Tharsen u. a. 2001; Dahlmann u. a. 2001], sowie

naleinheiten, indem er ein sogenanntes Verdichtungsmaß einführte. Der Grundgedanke ist, dass in dicht besiedelten Regionen die verfügbaren Flächen knapper sind und somit tendenziell intensiver genutzt werden, was folglich zu einer höheren Verdichtung führt. Es handelt sich bei Singer um einen rein theoretischen Ansatz.

Um die Aussagekraft der beiden Ansätze besser prüfen zu können, wur-

lage der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung geschätzt. Flächen außerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche werden nicht betrachtet, obwohl es auch da, wenn auch in geringem Umfang, versiegelte Flächen geben kann, z. B. bei landwirtschaftlichen Betriebsflächen. Aus diesem Grunde wird die Definition für Bodenversiegelung um diesen einschränkenden Aspekt erweitert.

**Definition:  
Bodenversiegelung  
nach UGRdL-Ansatz**

Unter versiegelten Flächen werden diejenigen Flächen innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) verstanden, die überbaut oder befestigt sind (z. B. wassergebundene Oberflächen, asphaltierte, betonierte oder gepflasterte Flächen).

Nicht erfasst werden hingegen die im Kontext einer bundesweiten Betrachtung quantitativ unbedeutenden versiegelten Flächen, die außerhalb der SuV liegen.

Die Berechnung beruht in ihrem Grundgedanken auf der von Christian Singer entwickelten Methode [Singer 1995], wobei den Nutzungsarten der Flächenerhebung jeweils ein Versiegelungsanteil (s. u. Definition Versiegelungsanteil) zugeordnet wird. Um die Abhängigkeit der Versiegelung von der Dichte der Besiedlung zu berücksichtigen, wird als Korrekturgröße das Verdichtungsmaß eingeführt (vgl. Abb. 2).

Wie bereits erwähnt wird seit dem Jahr 2000 jährlich die Siedlungs- und Verkehrsfläche für alle Bundesländer erhoben. Im UGRdL-Ansatz werden die Versiegelungsanteile jeweils den 100er-Positionen des AdV-Nutzungsartenverzeichnisses zugewiesen, die definitionsgemäß zusammen die Siedlungs- und Verkehrsfläche ergeben:

**Definition:  
Siedlungs- und Verkehrsfläche nach dem ADV-Nutzungsartenverzeichnis**

Gebäude- und Freifläche (Nutzungsart 100/200)

Betriebsfläche ohne Abbauand (Nutzungsart 300 ohne 310)

Erholungsfläche (Nutzungsart 400)

Verkehrsfläche (Nutzungsart 500)

Friedhof (Nutzungsart 940)

Auf eine höhere Differenzierung in den einzelnen Nutzungsarten (10er- und 1er-Positionen) sowie auf eine kleinräumigere Berechnung wird bei der Schätzung der Versiegelung verzichtet, da nicht für alle Bundesländer tiefere regionale Ergebnisse aus der Flächenerhebung vorliegen. Die Berücksichtigung der tiefer gegliederten 10er- und 1er-Positionen führen in der Regel zu keinen besseren Ergebnissen, wie parallel durchgeführte Testrechnungen gezeigt haben. Darüber hinaus können mit der

Beschränkung auf die 100er-Positionen kleinräumige Erfassungsfehler sowie Zuordnungsfehler bei den tiefer gegliederten Nutzungsarten vermieden werden.

**4.1 Ermittlung  
der Versiegelungsanteile**

**Definition:  
Versiegelungsanteil**

Anteil der versiegelten Fläche an der Gesamtfläche einer Nutzungsart.

Für die Ermittlung der Versiegelungsanteile bzw. ihrer Schwankungsbreiten wurden neben dem Singer-Ansatz [Singer 1995] mehrere Ansätze zur Berechnung oder Kartierung der Bodenversiegelung herangezogen. Diese beruhen auf der tatsächlichen Messung der Versiegelung jeweils flächendeckend für ganze Städte oder Stadtregionen bzw. auf Stichprobenflächen. Dabei werden sowohl stark wie auch schwach verdichtete Räume berücksichtigt:

- Flächennutzungskartierung des Regionalverbandes Ruhr (<http://www.rvr-online.de/daten/luftbilder/flaechennutzung.shtml>)
- Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg (<http://www.hydrology.uni-freiburg.de/forsch/waboa>)
- Umweltatlas Berlin (<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas>)
- Untersuchungen zur Bodenversiegelung in Niedersachsen [Dahlmann u. a. 2001; Tharsen u. a. 2001]

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden die in den einzelnen Studien verwandten Gliederungen der Flächenarten in die Nutzungsartengliederung der Flächenerhebung überführt. Trotzdem ergeben die gemessenen Versiegelungswerte in den o. a. Erhebungen kein durchweg einheitliches Bild. Dies ist zumindest teilweise auf die unterschiedliche Verdichtung, z. B. zwischen Stadt und Land, in den betrachteten Arealen zurückzuführen.



Die Versiegelungsanteile der Nutzungsarten nach der hier verwandten Methode beruhen auf Plausibilitätsüberlegungen, da bundesweit keine flächendeckenden, vergleichbaren Untersuchungen vorliegen. Diese Überlegungen wurden jedoch durch die Einbeziehung der Ergebnisse der o. g. Vergleichsstudien untermauert.

Die Versiegelungsanteile einzelner Nutzungsarten sind nicht in jeder Region gleich, sondern von der Dichte der Besiedlung abhängig. Deshalb werden für die Nutzungsarten folgende Grundannahmen gemacht:

- **Gebäude- und Freifläche** sowie **Verkehrsfläche**: In einer dicht besiedelten Region sind die Flächen knapper und werden deshalb intensiver genutzt, was zu höheren Versiegelungsanteilen führt.
- **Erholungsfläche**: In dicht besiedelten Regionen ist der Anteil der Grünanlagen an der Erholungsfläche tendenziell höher, welches zu einem niedrigeren Versiegelungsanteil führt. Diese Annahme wird gemacht, weil die Erhebungen zeigen, dass bei hoher Verdichtung die Grünanlagen gegenüber den Sportflächen mehr Bedeutung gewinnen.
- **Betriebsflächen** und **Friedhöfe**: Der Versiegelungsanteil wird als verdichtungsunabhängig eingestuft, da angenommen wird, dass dieser in den jeweiligen Nutzungsarten aufgrund der baulichen Rahmenbedingungen gleich bleibt.

Mithilfe der Ergebnisse aus den o. g. Felduntersuchungen wurden Annahmen über die Minimal- und Maximalwerte der Versiegelungsanteile (VA) der einzelnen Nutzungsarten für das Ausgangsjahr der Berechnung (2000) formuliert. Diese Annahmen zu den Minimal- und Maximalwerten sind nur fest für die Bundesländer im Ausgangsjahr (Tab. 2). Sie dürfen nicht als absolute Grenzen verstanden werden, die für alle Jahre und Regionaleinheiten gelten. Insbesondere bei einer detaillierten regionalen Betrachtungsweise können die Streuungen (z. B. bei ländlichen oder städtischen Regionen) stärker sein. So kann beispielsweise der Versiegelungsanteil für die Nut-

Nutzungsart		Versiegelung verdichtungsabhängig	Versiegelungsanteil (VA) im Ausgangsjahr 2000	
			Minimalwert	Maximalwert
%				
100/200	Gebäude- und Freifläche	ja	45	55
300 ohne 310	Betriebsfläche ohne Abbauland	nein	20	20
400	Erholungsfläche	ja	10	15
500	Verkehrsfläche	ja	50	70
940	Friedhof	nein	15	15

zungsart Gebäude- und Freifläche bei einer Kommune (als kleinste regionale Einheit) auf maximal 60 % ansteigen, wenn diese sehr hoch verdichtet ist. Darüber hinaus ist nicht auszuschließen, dass in einigen Jahren diese vordefinierten Versiegelungsanteile durch neue Erkenntnisse aus Felduntersuchungen, die geändertes Versiegelungsverhalten zeigen, korrigiert werden müssen.

#### 4.2 Bestimmung des Verdichtungsmaßes

Vor dem Hintergrund, dass die Versiegelungsanteile der einzelnen Nutzungsarten der Siedlungs- und Verkehrsfläche auch von der Dichte der Besiedlung abhängig sind, wird als Korrekturfaktor zur Berechnung der Bodenversiegelung das sogenannte Verdichtungsmaß eingeführt.

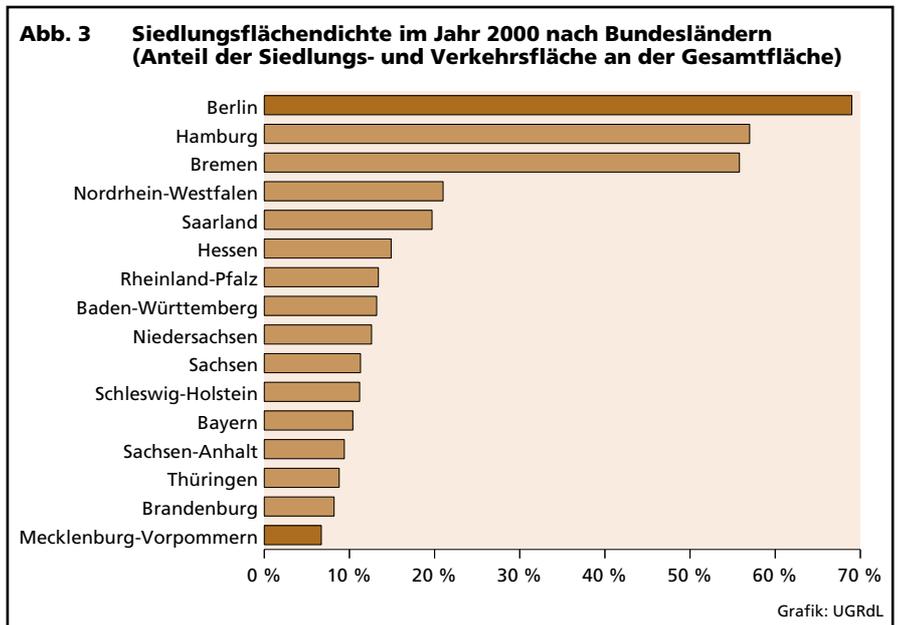
Als Verdichtungsmaß hat sich die Siedlungsflächendichte als besonders geeignet erwiesen (vgl. Abb. 3), da sie zu einem gewissen Maße die

strukturellen Unterschiede in den einzelnen Bundesländern (Stadtstaat und Flächenstaat) wiedergibt und zum anderen direkt aus der Flächen-erhebung entnommen werden kann.

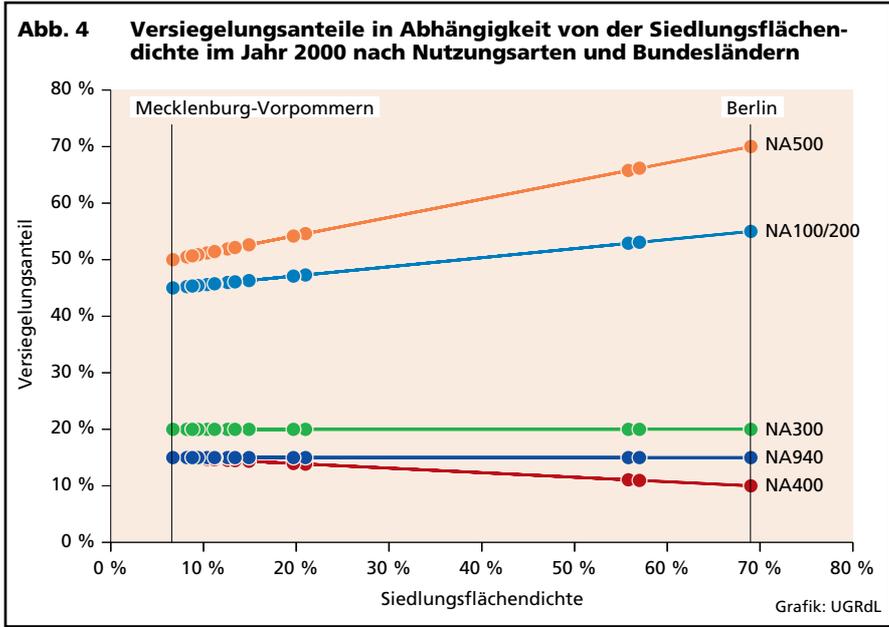
#### Definition: Siedlungsflächendichte als Verdichtungsmaß

Siedlungsflächendichte, berechnet als Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche der jeweiligen Regionaleinheit (hier Bundesland) im Berechnungsjahr.

Die Minimal- und Maximalwerte der Versiegelungsanteile (vgl. Tab. 2) werden zu den jeweiligen Siedlungsflächendichten in Beziehung gesetzt, wobei die Extremwerte des Versiegelungsanteils je Nutzungsart im Ausgangsjahr 2000 dem Land mit der niedrigsten (Mecklenburg-Vorpommern) bzw. der höchsten Siedlungsflächendichte (Berlin) zugewiesen werden (vgl. Abb. 3). So wird beispielsweise bei der Nut-



3. Verhältnis zwischen Versiegelungsanteil und Verdichtungsmaß nach Nutzungsarten		
Nutzungsart		Verhältnis zwischen Versiegelungsanteil (VA) und Verdichtungsmaß (VM) (gerundet)
100/200	Gebäude- und Freifläche	$VA = 0,16VM + 43,93$
300 ohne 310		
400	Betriebsfläche ohne Abbauand	$VA = 20$
500	Erholungsfläche	$VA = -0,08VM + 15,54$
940	Verkehrsfläche	$VA = 0,32VM + 47,85$
	Friedhof	$VA = 15$

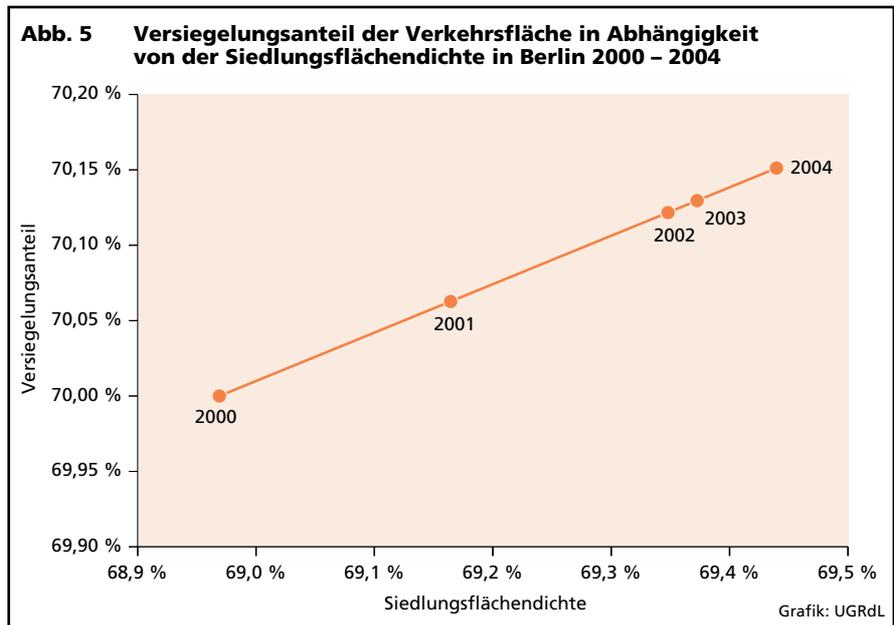


zungsart (NA) 500 „Verkehrsfläche“ für Mecklenburg-Vorpommern der Versiegelungsanteil auf 50 %, für Berlin der Versiegelungsanteil auf 70 % gesetzt. In Abbildung 4, die das Verhältnis zwischen Versiegelungsanteil und Siedlungsflächendichte je Nutzungsart darstellt, werden diese beiden Punkte durch eine Gerade verbunden (NA 500), auf der sich alle übrigen Bundesländer für das Ausgangsjahr 2000 anordnen.

Die Geradengleichungen (Algorithmen) für die Nutzungsarten können der Tabelle 3 entnommen werden. Eine lineare Beziehung wird unterstellt, weil das die einfachste Form des Zusammenhanges ist. Für die Ableitung einer Exponentialkurve wären wesentlich genauere Testflächendaten notwendig. Hinzu kommt, dass es keinen Hinweis darauf gibt, dass eine Exponentialkurve den Zusammenhang besser wiedergeben würde.

Während sich das Verdichtungsmaß, die Siedlungsflächendichte der Regio-

naleinheiten (hier: Bundesländer), von Jahr zu Jahr ändert, wird angenommen, dass das Verhältnis zwischen Versiegelungsanteil und Siedlungsflächendichte konstant bleibt. Die Gerade wird somit für alle weiteren Jahre verwendet, um den verdichtungsabhängigen Versiegelungsanteil der jeweiligen Nutzungsart zu be-



rechnen. Zur Veranschaulichung wird am Beispiel der Verkehrsfläche für Berlin (Abb. 5) gezeigt, dass sich über die Jahre der Versiegelungsanteil einer Nutzungsart immer in Abhängigkeit vom Verdichtungsmaß auf der vordefinierten Geraden befindet.

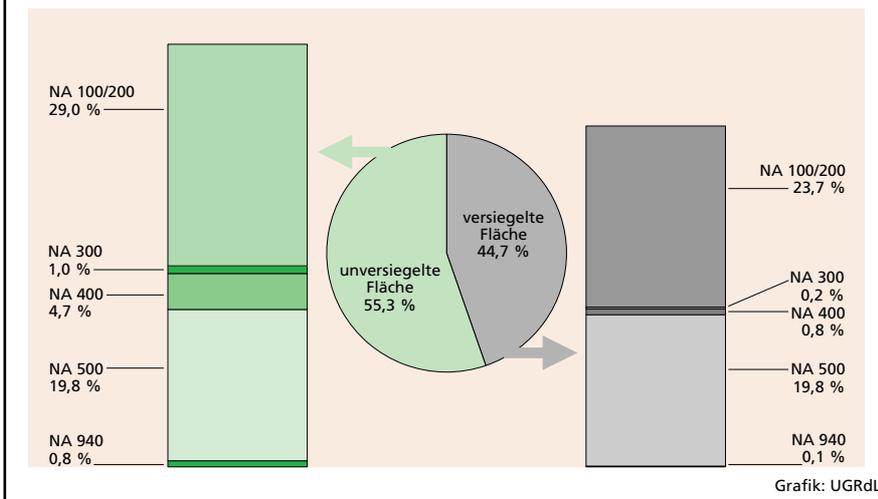
Diese definierte Gerade lässt sich auch auf andere Regionaleinheiten wie Kreise und Kommunen übertragen. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Ergebnisse der Flächenerhebung auf diesen regionalen Ebenen plausibel sind. Proberechnungen für das Land Baden-Württemberg bestätigten diese Vorgehensweise. Die Aggregation der Kreisergebnisse zu einem Landesergebnis ergaben für Baden-Württemberg eine minimale Abweichung von 1 % gegenüber dem Landeswert.

Die versiegelte Fläche eines Landes ergibt sich aus der Summe der versiegelten Fläche der fünf Nutzungsarten innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche (s. Abb. 6 und 7).

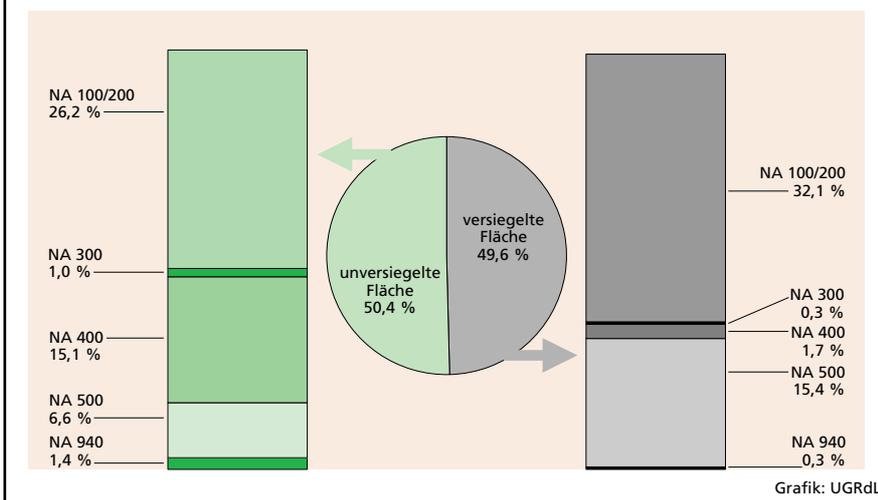
Der Anteil der versiegelten Fläche an der gesamten Siedlungs- und Verkehrsfläche lag im Ausgangsjahr 2000 in Mecklenburg-Vorpommern beispielsweise bei knapp 45 %, während für das am stärksten versiegelte Bundesland Berlin der Wert um ca. 5 % höher liegt.

Die Schaubilder zeigen, dass neben der Verkehrsfläche die Gebäude-

**Abb. 6 Bodenversiegelung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2000**



**Abb. 7 Bodenversiegelung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Berlin im Jahr 2000**



und Freifläche die am stärksten versiegelte Hauptnutzungsart ist.

Die Ergebnisse der UGRdL-Methode erscheinen im Vergleich zu anderen Erfassungsmethoden plausibel (s. Tab. 4). So liegen die Werte des UGRdL-

Ansatzes zwischen dem Singer- und NLÖ-Ansatz, die die oberen und unteren Grenzen der Versiegelung wiedergeben. Darüber hinaus weicht das Ergebnis nur um 0,5 % von den Bodenversiegelungsangaben für die Stadt Berlin ab. Neben dem Bal-

lungsraum Berlin liegt auch eine Vergleichszahl für das Flächenland Thüringen vor. Hier würde die Abweichung wohl etwas mehr als 0,1 % betragen, da die Vergleichsangabe aus dem Jahr 1993 ist. Insgesamt scheint der UGRdL-Ansatz Versiegelungsanteile sowohl in ländlichen als auch in hoch verdichteten Räumen relativ gut wiederzugeben.

Trotzdem muss – wie immer bei derartigen Schätzungen – die Frage unbeantwortet bleiben, ob die unterschiedlichen Verhältnisse in den einzelnen Bundesländern (bei den Versiegelungsanteilen einzelner Nutzungsarten und bei der Zusammensetzung der zusammengefassten Nutzungsarten) allein durch die Einführung eines Verdichtungsmaßes tatsächlich ausreichend berücksichtigt werden können. Sollten Untersuchungen zur Versiegelung auf kleinster regionaler Ebene im Ländervergleich durchgeführt werden, wirken sich beispielsweise auch unterschiedliche Bausstile zwischen Nord- und Süddeutschland auf das Ergebnis aus. Auf Länderebene wird das Gesamtergebnis dadurch nicht stark beeinflusst, wie Vergleichsrechnungen mit Zahlen vom Umweltbundesamt ergaben.

Eine weitere Einschränkung der Berechnungsqualität ergibt sich aus den bekannten Problemen der Flächenerhebung bei der Zuordnung der Flächen zu Nutzungsarten. Ein großer Teil dieser Probleme wird, wie bereits beschrieben, durch die Beschränkung der Berechnung auf die Ebene der 100er-Positionen sowie die Länderebene vermieden.

**4. Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Studien zur Bodenversiegelung**

Regionaleinheit	Singer – Ansatz <sup>1)</sup>	NLÖ – Ansatz	Weitere Berechnungen	UGRdL-Ansatz <sup>2)</sup>
	Anteil der versiegelten Fläche an der Gesamtfläche in %			
Niedersachsen	7,4	4,5 <sup>3)</sup>	.	5,8
Hannover	39,9	25,0 <sup>3)</sup>	.	32,4
Berlin	38,5	24,7 <sup>4)</sup>	34,7 <sup>8)</sup>	34,2
Düsseldorf	34,2	23,1 <sup>4)</sup>	32,5 <sup>5)</sup>	29,2
Thüringen	5,3	.	4,1 <sup>6)</sup>	4,0
München	.	.	knapp 40 <sup>7)</sup>	37,7

1) berechnet mit der Flächenerhebung zum 31. 12. 2000 – 2) berechnet mit der Flächenerhebung zum 31. 12. 2000; in die Berechnung werden nur Flächen innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche einbezogen – 3) Zahlen aus: Dahlmann, I., M. Gunreben & J. Tharsen (2001); die Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1997 – 4) eigene Berechnung mit der Flächenerhebung zum 31. 12. 2000 und den Versiegelungsanteilen des NLÖ-Ansatzes (Dahlmann et al. 2001); weil einige Nutzungsarten, die nur in Niedersachsen verwendet werden, nicht einbezogen werden können, liegen die Ergebnisse etwas höher – 5) Angaben des Stadtplanungsamtes für 2003, errechnet nach der Realnutzungskartierung – 6) Thüringer Landesanstalt für Umwelt (2001), eine Berechnung für Thüringen bei der den Typen der Biotop- und Nutzungsartenkartierung durch Auswertung eines Teils der zugrunde liegenden Luftbilder Versiegelungsanteile zugewiesen wurden; die Ergebnisse beziehen sich auf 1993 – 7) Erhebung der Stadt München auf der Basis der Strukturtypendatei für das Jahr 2000 – 8) Angaben aus dem Umweltatlas Berlin, Stand Ende 2001

Wenn aber Fehler schon bei der Ermittlung der Siedlungs- und Verkehrsfläche auftreten, müssen sie zwangsläufig auch Auswirkungen auf die Berechnung der Versiegelung haben.

Die Berechnungsergebnisse sind bestimmt durch die Zusammensetzung der Flächen nach Nutzungsarten und die Höhe des Verdichtungsmaßes; andere mögliche Einflussfaktoren wie z. B. Entsiegelungstendenzen können nicht erfasst werden.

Abschließend ist festzustellen, dass durch dieses Schätzverfahren die gestellten Anforderungen an den Indikator zur Bodenversiegelung auf Länderebene zum größten Teil erfüllt sind (vgl. Anforderungsprofil). Lediglich die Berechnung der Versiegelung in regional tieferen Einheiten, die eine Zusammenstellung nach Raumordnungskategorien erlauben würde, ist erst dann überall möglich, wenn die in den Flächenstatistiken erhobenen Nutzungsarten qualitativ richtig und bundeseinheitlich vergleichbar zugeordnet werden, was derzeit nicht immer der Fall ist.

Gemessen wird der Indikator Bodenversiegelung in Anlehnung an den Nachhaltigkeitsindikator Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke (vgl. BLAG NE: Kennblatt zum UMK-Indikator Nr. 06) als täglicher Zuwachs an Versiegelung innerhalb der SuV in ha/Tag.

Somit können mithilfe dieses UGRdL-Ansatzes (vgl. Abb. 8) erstmalig bundesweit die Versiegelungsanteile der

Siedlungs- und Verkehrsfläche abgeschätzt werden, soweit plausibilitätsgeprüfte und validierte Basisdaten Verwendung finden.

## 5 Ergebnisse

Ab 2000 liegen jährliche Ergebnisse für alle Bundesländer vor. Allerdings stehen für Schleswig-Holstein vom 31. 12. 2001 bis zum 31. 12. 2003 keine Ausgangszahlen aus der Flächenerhebung zur Verfügung, sondern nur geschätzte Zahlen vom Statistischen Bundesamt. Aufgrund von umstellungsbedingten Schwankungen in Sachsen-Anhalt, die mit der Bereinigung der Daten in den Katasterämtern Sachsen-Anhalts einhergingen, lassen sich die Ergebnisse der Flächenerhebung vom 31. 12. 2001 bis zum 31. 12. 2005 nicht ohne Weiteres übernehmen, sodass die folgende Ergebnisdarstellung ohne das Land Sachsen-Anhalt erfolgt.

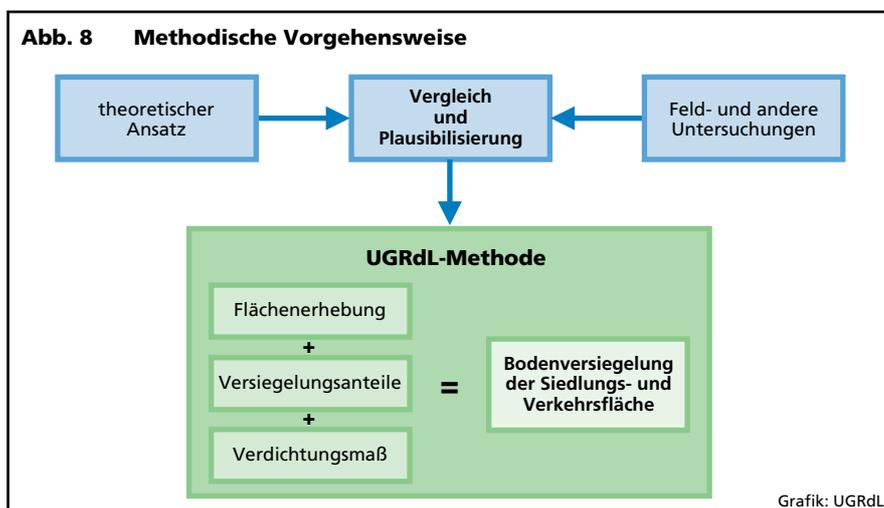
Die einzelnen Länderergebnisse zum 31. Dezember der Jahre 2000 bis 2005 (ohne Sachsen-Anhalt) sind in den Tabellen 5 bis 8 zusammengestellt. Es liegen Daten zur Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie der versiegelten Fläche vor. Sie werden dargestellt als Absolutgrößen (in km<sup>2</sup>) und als Index (Messzahl 2000 = 100) sowie als darauf basierende Indikatoren der Zunahme (in ha/Tag).

Bundesweit (ohne Sachsen-Anhalt) wuchs die versiegelte Fläche in den fünf Jahren vom 31. 12. 2000 bis zum 31. 12. 2005 um 779 km<sup>2</sup>, einer Flä-

che, die größer als die Stadt Hamburg ist (755 km<sup>2</sup>). Nordrhein-Westfalen verzeichnete mit einer neu versiegelten Fläche von 115 km<sup>2</sup>, welches in etwa der Fläche des Nationalparks Eifel (110 km<sup>2</sup>) entspricht, in diesem Zeitraum den dritthöchsten Zuwachs nach Bayern (145 km<sup>2</sup>) und Niedersachsen (118 km<sup>2</sup>), gefolgt von Baden-Württemberg (82 km<sup>2</sup>). Um 2 km<sup>2</sup> (Bürgerpark Bremen 2,02 km<sup>2</sup>) nahm die versiegelte Fläche in dem kleinsten Bundesland Bremen zu (Tab. 5). Prozentual ist die versiegelte Fläche am stärksten in den Flächenländern Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg gestiegen (vgl. Abb. 9 und Tab. 7). Betrachtet man die Entwicklung der Bodenversiegelung in den einzelnen Bundesländern ist auch erkennbar (vgl. Tab. 7), dass in der Regel der Anteil der versiegelten Fläche innerhalb der SuV relativ konstant bleibt, während die versiegelte Fläche insgesamt zunimmt. Lediglich in Mecklenburg-Vorpommern sinkt der Anteil der versiegelten Fläche innerhalb der SuV um 1,2 %. Zurückzuführen ist dies auf den sehr starken Zuwachs an Erholungsflächen, die einen geringeren Versiegelungsgrad haben.

Insgesamt ist festzustellen, dass bundesweit der Anteil der versiegelten Fläche an der SuV minimal rückläufig ist, mit Ausnahme von Berlin, Bremen und Hamburg als Stadtstaaten sowie Rheinland-Pfalz (vgl. Abb. 9, Tab. 7). Da aber die Gesamtfläche eines Bundeslandes konstant bleibt, während die versiegelte Fläche zusammen mit der SuV wächst, bedeutet dies, dass die versiegelte Fläche innerhalb der Gesamtfläche steigt, wie Tab. 7 zeigt<sup>5)</sup>. So wird der höchste Zuwachs wieder in den Stadtstaaten verzeichnet, wobei die versiegelte Fläche in Hamburg vom 31. 12. 2000 bis zum 31. 12. 2005 um 1,1 % auf 29 % stieg. Berlin mit dem höchsten Versiegelungsanteil von 34,6 % im Jahr 2005 an der Gesamtfläche, verzeichnete für das vorgenannte Zeitintervall nur einen Zuwachs von 0,4 %. Die Wachstumsraten in den Flächenländern liegen

<sup>5)</sup> Zu beachten ist, dass es auch außerhalb der SuV in geringem Umfang noch versiegelte Flächen (z. B. landwirtschaftliche Betriebsflächen) geben kann, die hier nicht berücksichtigt sind.



<b>5. Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie versiegelte Fläche am 31. 12. 2000 – 2005 nach Bundesländern*)</b>							
Bundesland	31. 12. 2000	31. 12. 2001	31. 12. 2002	31. 12. 2003	31. 12. 2004	31. 12. 2005	Durchschnittliche tägliche Flächenzunahme <sup>1)</sup>
	km <sup>2</sup>						ha/Tag
<b>Siedlungs- und Verkehrsfläche zusammen</b>							
Baden-Württemberg	4 718	4 761	4 800	4 838	4 870	4 902	+10,1
Bayern	7 344	7 423	7 489	7 551	7 607	7 665	+17,5
Berlin	615	617	618	619	619	621	+0,3
Brandenburg	2 416	2 450	2 480	2 510	2 536	2 576	+8,8
Bremen	226	227	227	228	228	229	+0,2
Hamburg	431	431	435	438	442	446	+0,8
Hessen	3 139	3 149	3 166	3 181	3 197	3 210	+3,9
Mecklenburg-Vorpommern	1 551	1 578	1 617	1 650	1 679	1 703	+8,3
Niedersachsen	6 023	6 078	6 121	6 167	6 234	6 285	+14,3
Nordrhein-Westfalen	7 147	7 207	7 265	7 298	7 370	7 418	+14,8
Rheinland-Pfalz	2 656	2 676	2 694	2 710	2 741	2 770	+6,2
Saarland	506	509	511	512	517	519	+0,7
Sachsen	2 073	2 102	2 123	2 138	2 148	2 159	+4,7
Schleswig-Holstein	1 760	1 791	1 822	1 853	1 884	1 900	+7,6
Thüringen	1 418	1 427	1 441	1 446	1 450	1 456	+2,1
<b>darunter versiegelte Fläche</b>							
Baden-Württemberg	2 188	2 207	2 225	2 242	2 256	2 270	+4,5
Bayern	3 398	3 433	3 464	3 492	3 517	3 542	+7,9
Berlin	305	305	307	307	308	309	+0,2
Brandenburg	1 102	1 114	1 126	1 138	1 147	1 164	+3,4
Bremen	109	109	110	110	110	110	+0,1
Hamburg	210	211	213	215	217	219	+0,5
Hessen	1 467	1 471	1 479	1 485	1 492	1 498	+1,7
Mecklenburg-Vorpommern	694	703	715	726	734	741	+2,6
Niedersachsen	2 754	2 778	2 797	2 818	2 848	2 872	+6,4
Nordrhein-Westfalen	3 320	3 345	3 372	3 385	3 415	3 434	+6,3
Rheinland-Pfalz	1 181	1 190	1 198	1 206	1 220	1 232	+2,8
Saarland	235	236	237	238	240	241	+0,3
Sachsen	938	949	957	963	968	972	+1,9
Schleswig-Holstein	795	809	822	836	849	857	+3,4
Thüringen	650	654	659	660	662	665	+0,8

\*) ohne Sachsen-Anhalt – 1) vom 31. 12. 2000 bis zum 31. 12. 2005

<b>6. Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche 31. 12. 2000 – 2005 nach Bundesländern*)</b>						
Bundesland	Siedlungs- und Verkehrsfläche					
	31. 12. 2000	31. 12. 2001	31. 12. 2002	31. 12. 2003	31. 12. 2004	31. 12. 2005
<b>2000 = 100</b>						
Baden-Württemberg	100	100,9	101,7	102,5	103,2	103,9
Bayern	100	101,1	102,0	102,8	103,6	104,4
Berlin	100	100,3	100,6	100,6	100,7	100,9
Brandenburg	100	101,4	102,6	103,9	104,9	106,6
Bremen	100	100,4	100,6	100,8	101,1	101,3
Hamburg	100	100,1	101,0	101,6	102,7	103,5
Hessen	100	100,3	100,9	101,3	101,8	102,3
Mecklenburg-Vorpommern	100	101,7	104,3	106,4	108,2	109,8
Niedersachsen	100	100,9	101,6	102,4	103,5	104,3
Nordrhein-Westfalen	100	100,8	101,6	102,1	103,1	103,8
Rheinland-Pfalz	100	100,7	101,4	102,0	103,2	104,3
Saarland	100	100,6	100,9	101,2	102,1	102,5
Sachsen	100	101,4	102,4	103,1	103,6	104,2
Schleswig-Holstein	100	101,7	103,5	105,2	107,0	107,9
Thüringen	100	100,6	101,6	102,0	102,2	102,7
<b>Anteil an der Gesamtfläche des jeweiligen Bundeslandes in %</b>						
Baden-Württemberg	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7
Bayern	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9
Berlin	69,0	69,2	69,3	69,4	69,4	69,6
Brandenburg	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7
Bremen	55,8	56,1	56,2	56,3	56,5	56,6
Hamburg	57,0	57,1	57,6	58,0	58,6	59,0
Hessen	14,9	14,9	15,0	15,1	15,1	15,2
Mecklenburg-Vorpommern	6,7	6,8	7,0	7,1	7,2	7,3
Niedersachsen	12,6	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2
Nordrhein-Westfalen	21,0	21,1	21,3	21,4	21,6	21,8
Rheinland-Pfalz	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	14,0
Saarland	19,7	19,8	19,9	19,9	20,1	20,2
Sachsen	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,7
Schleswig-Holstein	11,2	11,4	11,6	11,8	11,9	12,0
Thüringen	8,8	8,8	8,9	8,9	9,0	9,0

\*) ohne Sachsen-Anhalt

**7. Entwicklung der versiegelten Fläche 31. 12. 2000 – 2005 nach Bundesländern\*)**

Bundesland	Versiegelte Fläche					
	31. 12. 2000	31. 12. 2001	31. 12. 2002	31. 12. 2003	31. 12. 2004	31. 12. 2005
<b>2000 = 100</b>						
Baden-Württemberg	100	100,9	101,7	102,5	103,1	103,7
Bayern	100	101,1	101,9	102,8	103,5	104,3
Berlin	100	100,0	100,5	100,6	100,9	101,2
Brandenburg	100	101,1	102,2	103,3	104,1	105,7
Bremen	100	100,6	100,8	101,1	101,3	101,4
Hamburg	100	100,2	101,1	102,0	103,2	104,0
Hessen	100	100,3	100,8	101,2	101,7	102,1
Mecklenburg-Vorpommern	100	101,4	103,1	104,6	105,7	106,7
Niedersachsen	100	100,9	101,6	102,3	103,4	104,3
Nordrhein-Westfalen	100	100,8	101,6	102,0	102,9	103,5
Rheinland-Pfalz	100	100,7	101,4	102,1	103,3	104,3
Saarland	100	100,6	101,0	101,4	102,1	102,5
Sachsen	100	101,2	102,1	102,7	103,2	103,6
Schleswig-Holstein	100	101,7	103,4	105,1	106,8	107,7
Thüringen	100	100,6	101,3	101,6	101,9	102,3
<b>Anteil an der Siedlungs- und Verkehrsfläche des jeweiligen Bundeslandes in %</b>						
Baden-Württemberg	46,4	46,4	46,3	46,3	46,3	46,3
Bayern	46,3	46,3	46,3	46,2	46,2	46,2
Berlin	49,6	49,5	49,6	49,7	49,7	49,8
Brandenburg	45,6	45,5	45,4	45,3	45,2	45,2
Bremen	48,2	48,3	48,3	48,3	48,3	48,3
Hamburg	48,8	48,9	48,9	49,0	49,1	49,1
Hessen	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7
Mecklenburg-Vorpommern	44,7	44,6	44,2	44,0	43,7	43,5
Niedersachsen	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7
Nordrhein-Westfalen	46,4	46,4	46,4	46,4	46,3	46,3
Rheinland-Pfalz	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5
Saarland	46,4	46,4	46,5	46,5	46,4	46,4
Sachsen	45,2	45,1	45,1	45,1	45,0	45,0
Schleswig-Holstein	45,2	45,2	45,1	45,1	45,1	45,1
Thüringen	45,8	45,8	45,7	45,7	45,7	45,7
<b>Anteil an der Gesamtfläche des jeweiligen Bundeslandes in %</b>						
Baden-Württemberg	6,1	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3
Bayern	4,8	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0
Berlin	34,2	34,2	34,4	34,4	34,5	34,6
Brandenburg	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9
Bremen	26,9	27,1	27,1	27,2	27,3	27,3
Hamburg	27,9	27,9	28,2	28,4	28,7	29,0
Hessen	6,9	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1
Mecklenburg-Vorpommern	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2
Niedersachsen	5,8	5,8	5,9	5,9	6,0	6,0
Nordrhein-Westfalen	9,7	9,8	9,9	9,9	10,0	10,1
Rheinland-Pfalz	5,9	6,0	6,0	6,1	6,1	6,2
Saarland	9,1	9,2	9,2	9,3	9,3	9,4
Sachsen	5,1	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3
Schleswig-Holstein	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4
Thüringen	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1

\*) ohne Sachsen-Anhalt

### 8. Flächennutzung am 31. 12. 2000 und 2005 nach Nutzungsarten und Bundesländern\*)

Bundesland	Nutzungsart 100/200 Gebäude- und Freifläche		Nutzungsart 300 ohne 310 Betriebsfläche ohne Abbau-land		Nutzungsart 400 Erholungs- fläche		Nutzungsart 500 Verkehrs- fläche		Nutzungsart 940 Friedhof	
	zusammen	darunter versiegelte Fläche	zusammen	darunter versiegelte Fläche	zusammen	darunter versiegelte Fläche	zusammen	darunter versiegelte Fläche	zusammen	darunter versiegelte Fläche
	km <sup>2</sup>									
<b>31. 12. 2000</b>										
Baden-Württemberg	2 500,18	1 151,20	39,70	7,94	248,68	36,00	1 896,75	988,00	33,01	4,95
Bayern	3 662,72	1 670,09	117,83	23,57	300,26	44,14	3 233,52	1 655,36	29,99	4,50
Berlin	358,56	197,21	8,04	1,61	102,85	10,28	135,16	94,61	10,38	1,56
Brandenburg	1 253,36	567,04	35,45	7,09	93,79	13,96	1 010,23	510,00	23,50	3,53
Bremen	136,12	72,00	6,57	1,31	31,86	3,52	47,85	31,48	3,38	0,51
Hamburg	268,78	142,68	8,06	1,61	57,02	6,25	88,60	58,62	8,29	1,24
Hessen	1 518,28	703,15	38,21	7,64	175,78	25,21	1 382,76	727,68	24,11	3,62
Mecklenburg-Vorpommern	816,91	367,61	19,07	3,81	85,85	12,88	615,17	307,58	13,97	2,10
Niedersachsen	3 190,55	1 466,27	86,42	17,28	374,12	54,33	2 330,38	1 209,77	41,83	6,27
Nordrhein-Westfalen	4 171,37	1 972,75	162,51	32,50	468,05	64,84	2 268,01	1 238,01	77,34	11,60
Rheinland-Pfalz	1 083,49	499,21	55,65	11,13	300,41	43,45	1 197,37	624,40	19,39	2,91
Saarland	301,38	141,91	20,63	4,13	21,57	3,01	156,72	84,91	5,86	0,88
Sachsen	1 191,23	544,78	26,63	5,33	125,31	18,34	712,94	366,92	16,78	2,52
Schleswig-Holstein	972,04	444,40	38,21	7,64	103,02	15,08	634,52	326,38	12,71	1,91
Thüringen	678,20	307,45	16,49	3,30	63,90	9,48	647,37	328,00	11,80	1,77
<b>31. 12. 2005</b>										
Baden-Württemberg	2 620,83	1 208,91	42,19	8,44	276,21	39,88	1 928,28	1 007,60	34,36	5,15
Bayern	3 856,38	1 761,20	126,95	25,39	335,22	49,16	3 315,11	1 701,96	31,11	4,67
Berlin	363,20	200,12	7,72	1,54	103,35	10,28	135,72	95,28	10,65	1,60
Brandenburg	1 323,91	600,11	58,07	11,61	125,27	18,58	1 046,66	530,21	22,49	3,37
Bremen	139,16	73,77	6,33	1,27	32,39	3,56	47,37	31,27	3,47	0,52
Hamburg	278,29	148,61	6,53	1,31	61,11	6,60	91,50	61,13	8,28	1,24
Hessen	1 555,75	721,35	40,40	8,08	190,63	27,29	1 398,58	737,51	24,79	3,72
Mecklenburg-Vorpommern	833,47	375,94	25,29	5,06	168,94	25,25	661,79	332,28	13,60	2,04
Niedersachsen	3 362,02	1 548,02	82,93	16,59	419,38	60,72	2 381,12	1 240,29	39,32	5,90
Nordrhein-Westfalen	4 289,05	2 033,86	169,64	33,93	547,06	75,44	2 332,28	1 279,02	80,12	12,02
Rheinland-Pfalz	1 147,97	529,97	59,89	11,98	316,19	45,59	1 226,63	641,92	19,56	2,93
Saarland	310,25	146,34	19,73	3,95	24,22	3,37	158,35	86,04	6,31	0,95
Sachsen	1 220,07	558,89	36,81	7,36	145,27	21,20	740,27	382,10	16,70	2,51
Schleswig-Holstein	1 067,26	489,41	31,42	6,28	131,54	19,17	657,33	339,92	12,42	1,86
Thüringen	695,17	315,40	26,72	5,34	66,97	9,92	654,93	332,32	11,76	1,76

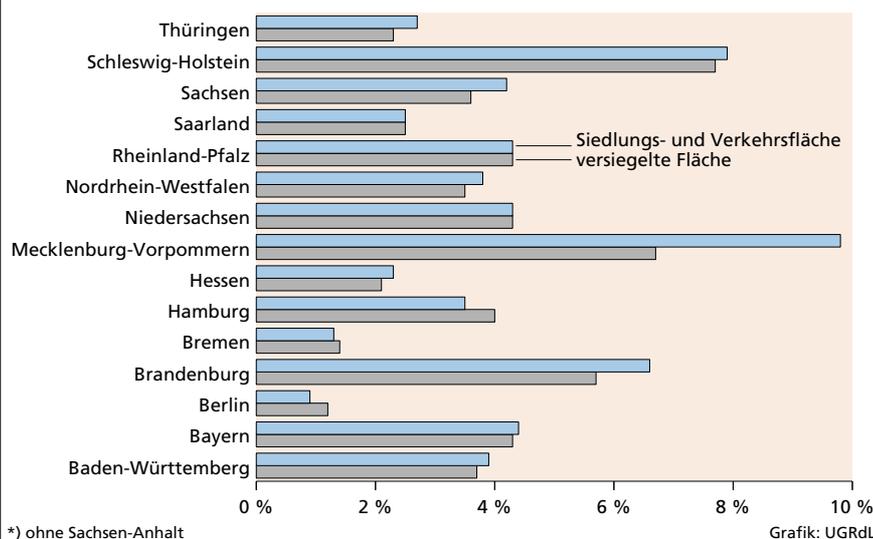
\*) ohne Sachsen-Anhalt

zwischen 0,4 % für Schleswig-Holstein und 0,1 % für Thüringen sowie Mecklenburg-Vorpommern. Innerhalb der Flächenländer ist NRW im Jahr 2005 mit 10,1 % am stärksten versiegelt, gefolgt vom Saarland (9,4 %), Baden-Württemberg (6,3 %) und Rheinland-Pfalz (6,2 %).

Die kartografische Darstellung in Abbildung 10 lässt einige Aspekte deutlich werden:

- Die Anteile der versiegelten Flächen innerhalb der SuV für die einzelnen Bundesländer schwanken im Jahr 2005 zwischen 43,5 % für Mecklenburg-Vorpommern und 49,8 % für Berlin.
- In 11 Bundesländern ist die versiegelte Fläche innerhalb der Nutzungsart „Gebäude und Freifläche“ für über 50 % der Gesamtversiegelung innerhalb der SuV verantwortlich. Dabei liegen die Versiegelungsanteile bei über 60 % in den Bundesländern mit der höchsten Flächeninanspruch-

**Abb. 9 Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche und der versiegelten Fläche vom 31. 12. 2000 bis zum 31. 12. 2005 nach Bundesländern\*)**



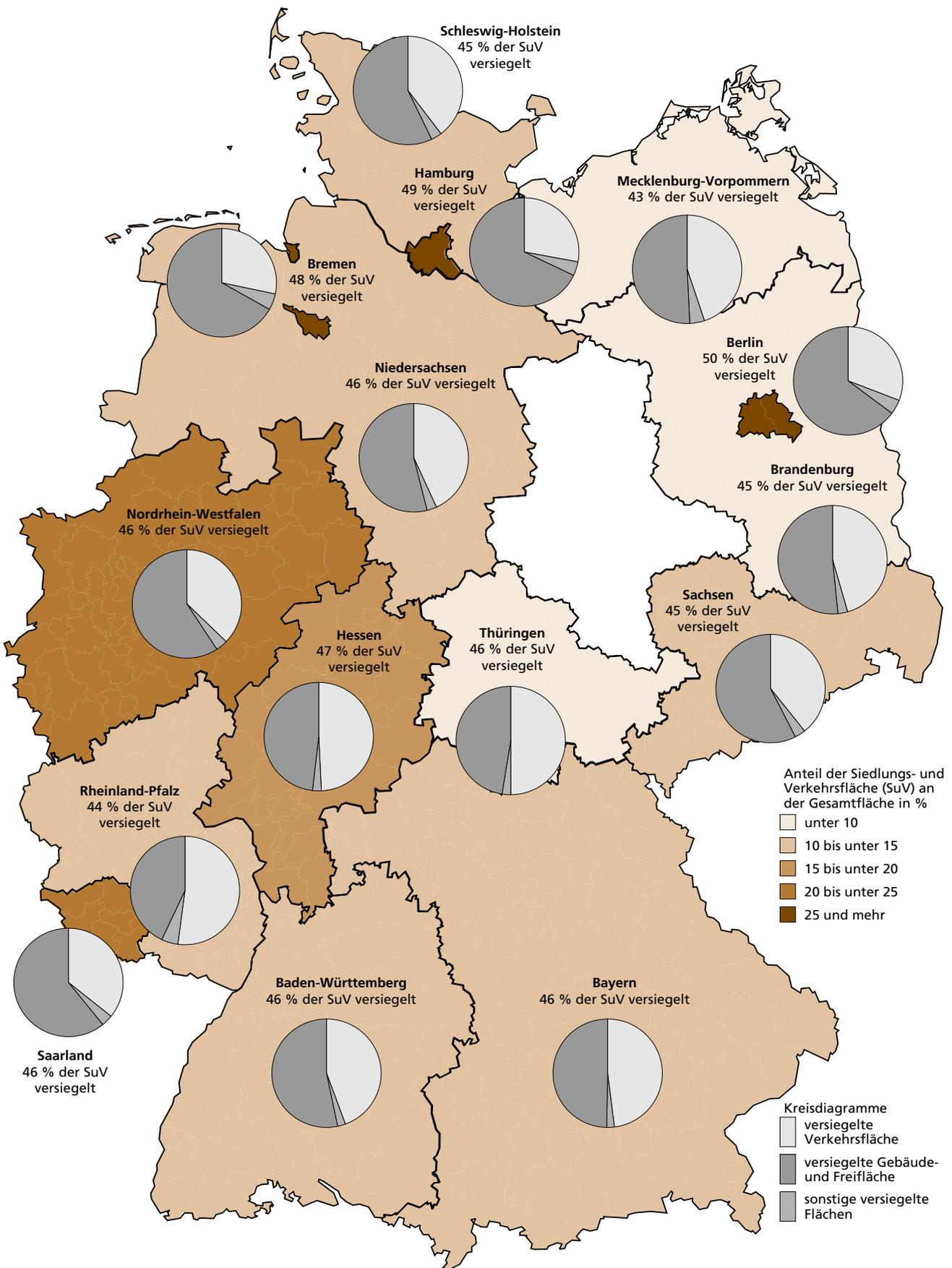
nahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke (Berlin, Bremen, Hamburg und Saarland).

- Der Anteil der Verkehrsfläche an der Gesamtversiegelung der SuV beträgt im Ballungszentrum Ham-

burg lediglich 27,9 %, in Rheinland-Pfalz jedoch über 50 %.

- Die Aussage, je flächengrößer ein Bundesland ist, desto größer ist der Anteil an Verkehrsflächen, lässt sich nicht durchgängig bestätigen.

**Abb. 10 Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) sowie versiegelte Fläche am 31. 12. 2005 nach Bundesländern\*)**



\*) ohne Sachsen-Anhalt

Grafik: UGRdL

Auf den neuen Indikator „Zunahme der Bodenversiegelung in ha/Tag“ bezogen, wurden zwischen 2000 und 2005 bundesweit (ohne Sachsen-Anhalt) 42,7 ha täglich neu versiegelt. Gleichzeitig stieg die Siedlungs- und Verkehrsfläche um 100,4 ha/Tag. Mit 6,3 ha/Tag hat NRW in diesem Zeitintervall etwa die Fläche von 9 Fußballfeldern neu versiegelt. In Bayern (7,9 ha/Tag) wurden pro Tag 1,7 ha Flächen mehr neu versiegelt als in NRW (vgl. Tab. 5).

Wird die Zunahme der Bodenversiegelung in Bezug zur Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche gesetzt (vgl. Tab. 5), wird Folgendes deutlich. In Bayern wurden über die fünf Jahre 321 km<sup>2</sup> an SuV neu ausgewiesen und gleichzeitig kamen durch Nach- und Neuverdichtung 145 km<sup>2</sup> an versiegelten Flächen hinzu. In NRW lagen die Werte für die SuV bei 271 km<sup>2</sup> und für die versiegelte Fläche bei 115 km<sup>2</sup>. Somit liegt in Bayern der Anteil der neu versiegelten Fläche (45,2 %) bezogen auf das Wachstum der SuV um 2,9 Prozentpunkte höher als in NRW (42,3 %). Die Gründe hierfür sind in den unterschiedlichen Entwicklungen der einzelnen Nutzungsarten und den damit einhergehenden Versiegelungsanteilen zu sehen. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Veränderungen innerhalb der einzelnen Nutzungsarten, zeigt sich, dass zum einen in Bayern innerhalb der SuV die Nutzungsart „Gebäude- und Freifläche“ um 2,5 Prozentpunkte und die „Betriebsfläche ohne Abbau- und Abbauland“ um 3,4 Prozentpunkte stärker zunahm als in NRW. Zum anderen ist die Zunahme der Erholungsfläche um 5,2 Prozentpunkte geringer ausgefallen als in NRW (vgl. Tab. 8).

## 6 Zusammenfassung

Flächendeckende und bundesweit vorliegende Daten zum Umfang der Bodenversiegelung existierten bisher nicht. Es liegen jedoch Daten zur Siedlungs- und Verkehrsfläche aus der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung vor. Diese Flächen sind allerdings nicht vollständig

versiegelt, da auch Parkanlagen, Gärten und Freiflächen mit berücksichtigt sind.

Im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) hat ein Expertengremium mit Vertretern aus Bund und Ländern nun ein Schätzverfahren entwickelt, mit dem der bundesweite Indikator „Versiegelung innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ als Zusatzinformation des Indikators „Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen“ methodisch einheitlich ermittelt werden kann (sogenannter „UGRdL-Ansatz“).

Die Berechnung beruht in ihrem Grundgedanken auf der von Christian Singer entwickelten Methode [Singer 1995], wobei den Nutzungsarten der Flächenerhebung jeweils ein Versiegelungsanteil zugeordnet wird, der verdichtungsabhängig variieren kann.

Im Ergebnis liegen Daten zur Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie der versiegelten Fläche für die Bundesländer (ohne Sachsen-Anhalt) zum 31. 12. 2000 bis zum 31. 12. 2005 vor. Sie werden dargestellt in Absolutgrößen (in km<sup>2</sup>) und als Index (Messzahlen 2000 = 100) sowie als darauf basierende Indikatoren der Zunahme (in ha/Tag). Zwischen 2000 und 2005 stieg die Siedlungs- und Verkehrsfläche (ohne Sachsen-Anhalt) um 100 ha /Tag. Dabei wurden 43 ha pro Tag (ohne Sachsen-Anhalt) neu versiegelt, davon in NRW 6,3 ha/Tag.

Neben den Verkehrsflächen sind die Gebäude- und Freiflächen die am stärksten versiegelten Hauptnutzungsarten.

Die Anwendung des Schätzverfahrens auf regional tieferen Einheiten ist derzeit noch nicht überall möglich, da die in den Flächenstatistiken erhobenen Nutzungsarten nicht immer qualitativ richtig und bundeseinheitlich vergleichbar zugeordnet sind.

Abschließend ist festzuhalten, dass mithilfe des UGRdL-Ansatzes bun-

desweit auf Länderebene die Bodenversiegelung innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche abgeschätzt werden kann. Damit wird ein zusätzlicher Aspekt der Umweltbeeinträchtigungen erfasst, der durch Flächeninanspruchnahme hervorgerufen wird. Im Hinblick auf die umfassendere ökologische, ökonomische und soziale Aussagekraft des Indikators „Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ kann er diesen nicht ersetzen, sondern dient als wichtige Zusatzinformation.

## 7 Literatur

Arlt, Günter u. a. (2001): Auswirkungen städtischer Nutzungsstrukturen auf Bodenversiegelung und Bodenpreis, in: Institut für Ökologische Raumentwicklung (Hrsg.): IÖR-Schriften, Band 34, Dresden 2001

Birkmann, Jörn (2004): Flächeninanspruchnahme: Indikatoren und Nutzungsstrukturen, in: Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Kongress zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder am 23. Juni 2004 in Düsseldorf, Düsseldorf 2004, S. 155 – 186

Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft „Nachhaltige Entwicklung“ (BLAG NE): Kennblatt zum UMK-Indikator Nr. 06, im WWW unter <http://www.blak-ne.de/index2.php?seite=40500>

Dahlmann, Irene; Gunreben, Marion; Tharsen, Jürgen (2001): Flächenverbrauch und Bodenversiegelung in Niedersachsen; in: Bodenschutz 3/2001, Berlin 2001, S.79 – 84

Dahlmann, Irene; Gunreben, Marion u. a. (2007): Die Erhebung eines bundesweiten Indikators „Bodenversiegelung“, in: Bodenschutz 2/2007, Berlin 2007 (in Vorbereitung)

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.): Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg (WaBoA), im WWW unter <http://www.hydrology.uni-freiburg.de/forsch/waboa/>

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (Hrsg.): Umweltatlas Berlin, im WWW unter <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia102.htm>

Singer, Christian (1995): Stadtökologisch wertvolle Freiflächen in Nordrhein-Westfalen, ILS-Schrift-Nr. 96, Dortmund 1995

Tharsen, Jürgen; Gunreben Marion (2001): Bodenversiegelung in Nie-

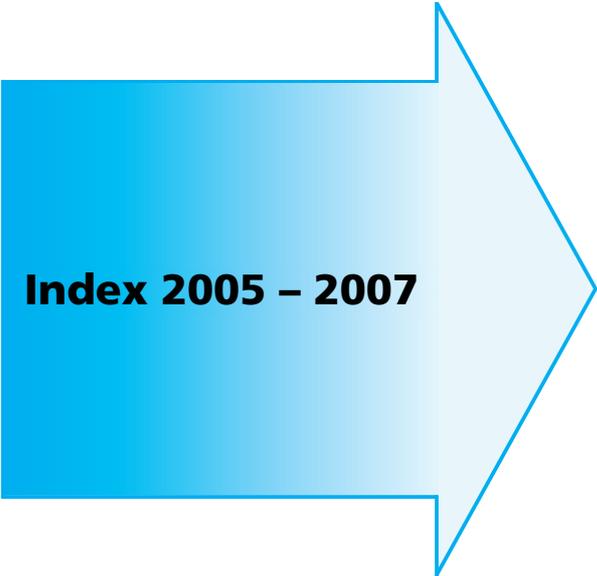
dersachsen, in: Arbeitshefte Boden, Heft 2001/3, Hannover 2001, S. 39 – 54

Thüringer Landesanstalt für Umwelt (Hrsg.) (2001): Flächenversiegelung in Thüringen, Grundlagen, Erhebungsmethoden und Bearbeitungsstand, Schriftenreihe Nr. 46, Jena 2001

Umweltbundesamt (Hrsg) (2003): Verringerung der Flächeninanspruch-

nahme durch Siedlungen und Verkehr – Materialienband, UBA-TEXTE 90/03, Berlin 2003, S. 93 f.

Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (UGRdL) (2005): Durchschnittliche tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche vom 1. Januar 1993 bis zum 31. Dezember 2005 nach Bundesländern, im WWW unter <http://www.ugrdl.de/ae10.htm>



**Index 2005 - 2007**

**Ausgaben des Jahres 2007**

**Band 44**  
Z 08 1 2007 55  
3,00 EUR  
**Auswirkungen der Revision 2005 der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen auf die Indikatorenbildung in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder**  
Dr. Olivia Martone, Michael Hinz

**Schätzverfahren zur Bodenversiegelung: UGRdL-Ansatz**  
Diplom-Geografin Britta Frie, Diplom-Volkswirt Ralph Hensel

**Band 43**  
Z 08 1 2007 54  
3,50 EUR  
**Die Einkommenssituation der privaten Haushalte in den Gemeinden Nordrhein-Westfalens**  
Dr. Marco Scharmer

**Zusammenhang und Entwicklung von Wirtschaftswachstum, Investitionen und Beschäftigung im Produzierenden Gewerbe und Dienstleistungsbereich in Nordrhein-Westfalen**  
PD Dr. Jörg-Peter Schräpler

**Band 42**  
Z 08 1 2007 53  
2,50 EUR  
**Modellierung von Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der Bevölkerung mit Migrationshintergrund in NRW**  
Dr. Kerstin Ströker

**Auf dem Weg in das Berufsleben: Auszubildende im dualen Ausbildungssystem**  
Bettina Lander M. A.

**Band 41**  
Z 08 1 2007 52  
2,50 EUR  
**Gesundheit und Erwerbsbeteiligung**  
Diplom-Statistikerin Maria Frese, Norbert Merschmann

**Aufwendungen und Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien 2004**  
Heike Schrankel, Diplom-Statistiker Josef Schäfer

**Band 40**  
Z 08 1 2007 51  
2,50 EUR  
**Materialeinsatz und Rohstoffverbrauch in Nordrhein-Westfalen**  
Dr. Leontine von Kulmiz

**Ausgaben des Jahres 2006**

**Band 39**  
Z 08 1 2006 63  
2,50 EUR  
**Gesundheit und Arztbesuche – Erste Ergebnisse aus EU-SILC – LEBEN IN EUROPA 2005**  
Diplom-Sozialwissenschaftlerin Karin Habenicht

**Statistische Quellen mit Gesundheitsdaten für NRW**  
Diplom-Volkswirt Hans-Jürgen Treeck

**Band 38**  
Z 08 1 2006 62  
8,50 EUR  
**Auswirkungen des demografischen Wandels – Aktualisierte Ergebnisse der Modellrechnungen für die Bereiche Haushalte, Erwerbspersonen und Pflegebedürftigkeit**  
Diplom-Soziologin Kerstin Schmidtke, MPH; Diplom-Mathematiker Paul Berke

**Band 37**  
Z 08 1 2006 61  
2,50 EUR  
**Wie Ausländer und Deutsche Unternehmen in NRW gründen wollen**  
Diplom-Volkswirtin Doris Blechinger

**Verbesserung der Ergebnisqualität bei der Fortschreibung des Bruttoinlandsprodukts**  
Dr. Marco Scharmer

**Band 36**  
Z 08 1 2006 60  
7,00 EUR  
**Auswirkungen des demografischen Wandels – Teil II**  
Diplom-Soziologin Kerstin Schmidtke, MPH; Diplom-Statistikerin Diana Andrä

**Band 35**  
Z 08 1 2006 59  
2,50 EUR  
**Zur Möglichkeit der Regionalisierung privater Einkommen auf die Gemeinden Nordrhein-Westfalens**  
Dr. Marco Scharmer

**Einkommensverteilung und Armutsrisikoquoten im Bund-Länder-Vergleich – Analysen mit dem Mikrozensus 2003**  
Diplom-Sozialwissenschaftlerin Karin Habenicht, Diplom-Sozialwissenschaftler Alfred Hullmann, Yvonne Bergmann

noch: **Ausgaben des Jahres 2006**

- Band 34**  
Z 08 1 2006 58  
2,50 EUR  
**Strukturinformationen zum Arbeitsmarkt 3. Quartal 2005**  
**Erwerbsverhalten älterer Menschen**  
Diplom-Sozialwissenschaftlerin Karin Habenicht
- Band 33**  
Z 08 1 2006 57  
2,50 EUR  
**Auswirkungen des demografischen Wandels – Kurzfassung – Teil II**  
Diplom-Soziologin Kerstin Schmidtke, MPH
- Band 32**  
Z 08 1 2006 56  
3,00 EUR  
**Bildungsreport NRW 2006:**  
**Informationen zu ausgewählten Bildungsbereichen**  
Bettina Lander M. A.
- Die Arbeitsmarktintegration von jungen Erwachsenen 2004**  
Dr. Wolfgang Seifert
- Band 31**  
Z 08 1 2006 55  
3,00 EUR  
**Vorausberechnung der Bevölkerung in den kreisfreien Städten und Kreisen**  
**Nordrhein-Westfalens 2005 bis 2025/2050**  
Dr. Kerstin Ströker
- Band 30**  
Z 08 1 2006 54  
3,00 EUR  
**Bedeutung der Türkei für den Außenhandel des Landes Nordrhein-Westfalen**  
Diplom-Volkswirt Nils Radmacher-Nottelmann
- Band 29**  
Z 08 1 2006 53  
3,00 EUR  
**Datenangebot und Datenzugang im Forschungsdatenzentrum**  
**der Statistischen Landesämter**  
Dr. Sylvia Zühlke, Diplom-Sozialwissenschaftlerin Helga Christians
- Das Studienkontenmodell an den Hochschulen in Nordrhein-Westfalen:**  
**Auswirkungen auf die Studierendenzahlen**  
Birgit Kempf, Anne Schopp, Anja Gehrcken
- Nachfrage nach Dienstleistungen 2003**  
Heike Schrankel, Diplom-Statistikerin Katharina Götz
- Die Arbeitsmarktintegration von jungen Erwachsenen**  
**mit Migrationshintergrund in NRW**  
Dr. Wolfgang Seifert
- Band 28**  
Z 08 1 2006 52  
3,00 EUR  
**Gründungen und Schließungen in Deutschland**  
**– Ein Konzept zur demografischen Auswertung des Unternehmensregisters**  
Diplom-Kauffrau Ingrid Kaack
- Strukturelle Entwicklung der Landwirtschaft von 1971 bis 2003**  
Diplom-Volkswirt Hartmut Kopmeier
- Wirtschaftliche Aspekte der Studierenden 1996 und 2004**  
Lars Kuhlmeier, Dr. Wolfgang Seifert
- Verwendung von Verwaltungsdaten für konjunkturstatistische Zwecke**  
Diplom-Kauffrau Ingrid Kaack
- Personal und Finanzen der öffentlich bestimmten Fonds, Einrichtungen,**  
**Betriebe und Unternehmen (FEU) in privater Rechtsform im Jahr 2003**  
Diplom-Volkswirt Peter Emmerich
- Band 27**  
Z 08 1 2006 51  
3,00 EUR  
**Der Weg zu einem ersten registergestützten Zensus**  
**in Deutschland im Jahre 2011**  
Diplom-Volkswirt Helmut Eppmann, Diplom-Statistiker Josef Schäfer
- Ergänzende Strukturmerkmale zur Erwerbstätigenrechnung**  
**– Unterscheidung nach „Vollzeit-“ und „Nicht-Vollzeiterwerbstätigen“**  
Diplom-Ingenieur Hans Menge, Miriam Sperl
- Wirtschaftskraft und Wirtschaftsentwicklung**  
**in den kreisfreien Städten und Kreisen Nordrhein-Westfalens**  
Dr. Marco Scharmer

**Ausgaben des Jahres 2005**

- Band 26**  
Z 08 1 2005 58  
2,50 EUR
- Strukturinformationen zum Arbeitsmarkt 2. Quartal 2005**  
**Flexible Arbeit – Arbeitszeiten in NRW**  
Diplom-Soziologin Eva Munz
- Band 25**  
Z 08 1 2005 57  
11,00 EUR
- Auswirkungen des demografischen Wandels – Teil I**  
Diplom-Soziologin Kerstin Schmidtke, MPH; Diplom-Mathematiker Paul Berke
- Band 24**  
Z 08 1 2005 56  
3,00 EUR
- Bildungsmobilität: Wie weit fällt der Apfel vom Stamm?**  
Dr. Wolfgang Seifert
- Räumliche Mobilität und Übergänge von Erwerbslosigkeit in Erwerbstätigkeit**  
Katja Möhring, Dr. Sylvia Zühlke
- Zeitverwendung der privaten Haushalte  
– Vergleich der Zeitbudgeterhebungen 2001/02 gegenüber 1991/92**  
Heike Schrankel
- Band 23**  
Z 08 1 2005 55  
2,50 EUR
- Ein sachgebietsübergreifendes Berichtskreismanagement bei den Fonds, Einrichtungen und wirtschaftlichen Unternehmen in den Finanz- und Personalstatistiken**  
Diplom-Volkswirt Heinz-Peter Emmerich
- Erstmalige Verarbeitung der Dateien der Industrie- und Handelskammern im nordrhein-westfälischen Unternehmensregister**  
Diplom-Soziologin Matthias Wieckmann
- Ausmaß und Folgen unbeobachteter Übergänge im Rahmen des Mikrozensus-Panels**  
**Ergebnisse empirischer Analysen**  
Diplom-Soziologin Michael Konold
- Band 22**  
Z 08 1 2005 54  
3,00 EUR
- Indikatoren der Erwerbstätigkeit**  
**Ergänzung der Erwerbstätigen-„Kopfzahlen“ durch „Vollzeit-Äquivalente“ und „Standard-Arbeitsvolumen“ – Modellrechnungen für die Kreise in NRW**  
Diplom-Ingenieur Hans Menge
- Pendlerverflechtungen in Nordrhein-Westfalen – Analyse der revidierten Ergebnisse**  
Dr. Marco Scharmer
- Band 21**  
Z 08 1 2005 53  
2,50 EUR
- Auswirkungen des demografischen Wandels – Kurzfassung – Teil I**  
Diplom-Soziologin Kerstin Schmidtke, MPH
- Band 20**  
Z 08 1 2005 52  
2,50 EUR
- Nordrhein-westfälisches Unternehmensregister im Einsatz**  
**Eine Methodenbeschreibung mit ersten Auswertungsergebnissen**  
Diplom-Volkswirtin Doris Blechinger
- Datenqualität bei Online-Erhebungen in privaten Haushalten**  
Diplom-Soziologin Anke Gerhardt
- Band 19**  
Z 08 1 2005 51  
3,40 EUR
- Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR) Nordrhein-Westfalens – Basisdatenanalyse –**  
Dr. Leontine von Kulmiz
- Geheimhaltung mit Makrodaten – Das Beispiel der Beherbergungsstatistik**  
Diplom-Volkswirt Nils Radmacher-Nottelmann
- Die erste Online-Erhebung der amtlichen Statistik bei Privathaushalten – ein Projektbericht**  
Diplom-Soziologin Anke Gerhardt
- Arbeitsplatz- und Berufswechsel**  
Dr. Wolfgang Seifert