

2.5 Szenarien der Siedlungsflächenentwicklung im Elbeeinzugsgebiet

Jana Hoymann^a, Jasper Dekkers^b, Eric Koomen^b

^a *Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Technische Universität Berlin, Sekr. EB 4-2, Straße des 17. Juni 145, 10623 Berlin*

^b *Department of Spatial Economics, Faculty of Economics and Business Administration, Vrije Universiteit Amsterdam, De Boelelaan 1105, 1081 HV Amsterdam*

Phone: +49(0)30-31473695

Email: jana.hoymann@tu-berlin.de

Zusammenfassung:

Szenarien der künftigen Siedlungsflächenentwicklung, die den sozioökonomischen Wandel berücksichtigen, wurden für das Elbeeinzugsgebiet erstellt. Hierfür wurden unterschiedliche Entwicklungsrahmen der sozioökonomischen Entwicklung analysiert und anhand von Wohnungsprognosen der Siedlungsflächenbedarf für das Jahr 2020 berechnet. In einem Landnutzungsmodell wurde die Siedlungsflächenentwicklung räumlich explizit simuliert. Trotz sehr heterogener Bevölkerungsentwicklungen wird die Siedlungsfläche weiterhin zunehmen. Besonders starke Zuwächse von bis zu 20 Prozent verzeichnen die Umlandregionen der Metropolen. Unterschiede in der Siedlungsflächenentwicklung der unterschiedlichen Entwicklungsrahmen werden hervorgerufen durch die zugrunde liegenden Bevölkerungsprojektionen sowie die Entwicklung der Wohnungsnachfrage.

Keywords: Landnutzungswandel, Siedlungsflächenentwicklung, Sozioökonomische Entwicklung, Modellketten, Elbeeinzugsgebiet

Abkürzungen:

BIP: Bruttoinlandsprodukt

BBR: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change;

GLOWA-Elbe: Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet – Risiken und Optionen;

NUTS: Nomenclature of territorial units for statistics

2.5.1 Einleitung

2.5.1.1 Motivation und Hintergrund

Globaler Wandel, vor allem sozioökonomischer Wandel beeinflusst die Landnutzung und Landbedeckung, im Besonderen die Siedlungsflächenentwicklung in erheblichem Maße. Während deutliche Bevölkerungszuwächse und wirtschaftliches Wachstum nach wie vor viele Länder prägen und zu weiteren Flächeninanspruchnahmen urbaner Landnutzungen führen, gibt es andererseits eine Reihe von Ländern, die sich durch politische Umbrüche in einem Transformationsprozess befinden. Sozioökonomisches Wachstum stellt hier keine Selbstverständlichkeit dar. Vielmehr findet eine regionale Differenzierung von Entwicklungspfaden statt. So auch im Elbeeinzugsgebiet, welches nahezu vollständig die neuen Bundesländer sowie große Teile der Tschechischen Republik abdeckt. Einerseits ist ein Siedlungsflächenverbrauch aufgrund massiver Suburbanisierungseffekte nach dem politischen Umbruch in den 1990er Jahren zu verzeichnen (Penn-Bressel 2003, Statistisches Bundesamt 2007). Häufig kam es hier zu Siedlungsflächenzuwächsen von mehr als zehn Prozent (Statistisches Bundesamt 2004). Andererseits sind seit vielen Jahren, regional differenziert, erhebliche Bevölkerungsverluste zu konstatieren. Im Zeitraum 1997 bis 2004 waren im Umland der Metropolen Berlin, Hamburg und Dresden-Leipzig Bevölkerungszuwächse von mehr als fünf Prozent zu beobachten, während die Bevölkerung gleichzeitig in großen Teilen der ländlichen Regionen um mehr als drei Prozent abnahm (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2007). Der natürliche Bevölkerungssaldo war bereits im Zeitraum 1991 bis 2002 sowohl in den alten als auch in den neuen Bundesländern negativ. Während der Gesamtwanderungssaldo den natürlichen Saldo in den alten Bundesländern dabei aber noch übertraf, lag für die neuen Bundesländer bereits ein negativer Wanderungssaldo vor (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2006). Die Analyse dieses Wandels zeigt, dass die Prozesse im Kern auf lang anhaltend niedrige Geburtenraten und den politischen Umbruch seit 1989 verbunden mit räumlich stark verschiedenen Migrationsmustern zurückzuführen sind (Gornig et al. 1999, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2006). Mit einer verzögerten zeitlichen Dynamik, lassen sich dieselben Prozesse ebenfalls in der Tschechische Republik beobachten. Bevölkerungsverluste aufgrund von Migration in peripheren Regionen gehen einher mit starken Bevölkerungszuwächsen im Großraum Prag (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2007). Der Flächenzuwachs war in den 90er Jahren mit weniger als fünf Prozent noch begrenzt, nimmt aber mit dem wirtschaftlichem Erstarren des Landes zu (Zentrum für Regionalentwicklung der Tschechischen Republik 2006a). Aktuelle Planungen der Regionalentwicklung weisen derzeit zahlreiche Entwicklungsflächen für Wohnen und Wirtschaft aus (Zentrum für Regionalentwicklung der Tschechischen Republik 2006b).

Beide Prozesse dies- und jenseits der Landesgrenzen haben spezifische Auswirkungen auf die Umwelt. Die aktuelle Bevölkerungsentwicklung ruft insbesondere Diskussionen um die künftige Versorgungsinfrastruktur und ihre Kosten hervor (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2003). Wasserver- und Abwasserentsorgungsanlagen wurden im Rahmen der Modernisierung nach 1990 stark ausgebaut. Durch die bereits heute zu verzeichnenden regionalen Bevölkerungsverluste drohen Überkapazitäten, die zu einer Steigerung der Versorgungskosten für die Bevölkerung führen können. Außerdem steigt der pro Kopf Erschließungs- und Erhaltungsaufwand überproportional an, je geringer die Bebauungsdichte ist. Das bedeutet, dass vor allem im Bereich des Einfamilienhausbaus die Erschließungskosten sehr hoch sind und weiter steigen könnten (Schiller & Siedentop 2005). Auch aus ökologischer Sicht stellt

der Siedlungsflächenzuwachs ein Problem dar. Pro Kopf wird in den dünn besiedelten Neubaugebieten mehr Fläche versiegelt, als in dicht besiedelten Gebieten. Dies hat zumindest zwei relevante Folgen. Zum einen dringt der urbane Raum immer weiter in die Natur und somit in die Lebensräume von Flora und Fauna vor und fragmentiert oder zerstört diese. Auf der anderen Seite wirken die versiegelten Flächen auf den Niederschlagsabfluss und beeinflussen somit auch den hydrologischen Kreislauf (Walesh 1989).

Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes GLOWA-Elbe wird aus diesem Grund eine Szenarioanalyse der künftigen Siedlungsflächenentwicklung durchgeführt, die eine zentrale Position einnimmt. Aus der regionalisierten Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung ergeben sich Ansprüche an das Gewässernetz, welche zu großem Teil auf Siedlungsflächen entstehen. Daher wird die für die wirtschaftlichen Verflechtungsräume ermittelte sozioökonomische Entwicklung (Blazejczak et al. 2008, Kapitel 2.3) mit Hilfe eines Landnutzungsmodells auf Wasser bezogene räumliche Einheiten projiziert. Das Landnutzungsmodell dient der konsistenten Integration der Raumansprüche für Siedlungsflächen, die aus der sozioökonomischen Entwicklung abgeleitet werden und den Raum bezogenen Präferenzen, welche in Form von Eignungskarten integriert werden. Damit wird eine Skalentransformation der sozioökonomischen Entwicklung und der Raumansprüche von der regional-administrativen Ebene auf wasserkonfliktspezifische Raumeinheiten wie Wasserversorgungsverbände oder Teileinzugsgebiete durchgeführt. Die veränderte Siedlungsflächenentwicklung wird insbesondere in das hydrologische Modell SWIM, das Gewässergütemodell MONERIS und das Abwasserinfrastrukturmodell integriert. Die aus den Szenarienergebnissen ableitbare Bevölkerungsentwicklung auf Wasser bezogenen Raumeinheiten wird ebenfalls im Abwasserinfrastrukturmodell sowie im Modell Haushaltwasser verwendet (vgl. Abbildung 1)

Dieses Kapitel stellt somit neben einer Methode auch die Ergebnisse vor, mit der aus globalen Szenariendefinitionen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) regional differenzierte Szenarien der Siedlungsflächenentwicklung auf der räumlichen Ebene des Flussgebietsmanagements abgeleitet werden, um sie konsistent in die hydrologische Modellierung und die wasserwirtschaftlichen Modelle des Projektverbundes zu integrieren.

2.5.1.2 Stand der Forschung

Für Untersuchungsgebiete die das Elbeeinzugsgebiet ganz oder teilweise einschließen liegen Arbeiten vor, die Szenarien der künftigen Siedlungsflächenentwicklung betrachten. Für den engeren Verflechtungsraum Berlin wurden Szenarien der Siedlungsflächenentwicklung bis zum Jahr 2015 berechnet, um im Anschluss daran in ein hydrologisches Modell zur Bestimmung des Wasserdargebots und der Versorgungssicherheit integriert zu werden (Ströbl et al. 2003). Das für die Studie entwickelte Landnutzungsmodell LUSIM nutzt das Konzept zellularer Automaten und simuliert anhand von Raumansprüchen und Eignungskarten die Siedlungsflächenveränderungen. Auf gesamteuropäischer Ebene liegen zwei Szenariestudien der Siedlungsflächenentwicklung bzw. Landnutzungsänderungen vor. Im Rahmen des Projektes ATEAM wurden Szenarien künftiger urbaner Flächenentwicklungen für das Jahr 2080 für ein Raster mit 10' Kantenlänge erstellt. Die Tschechische Republik wird hierbei nicht betrachtet.

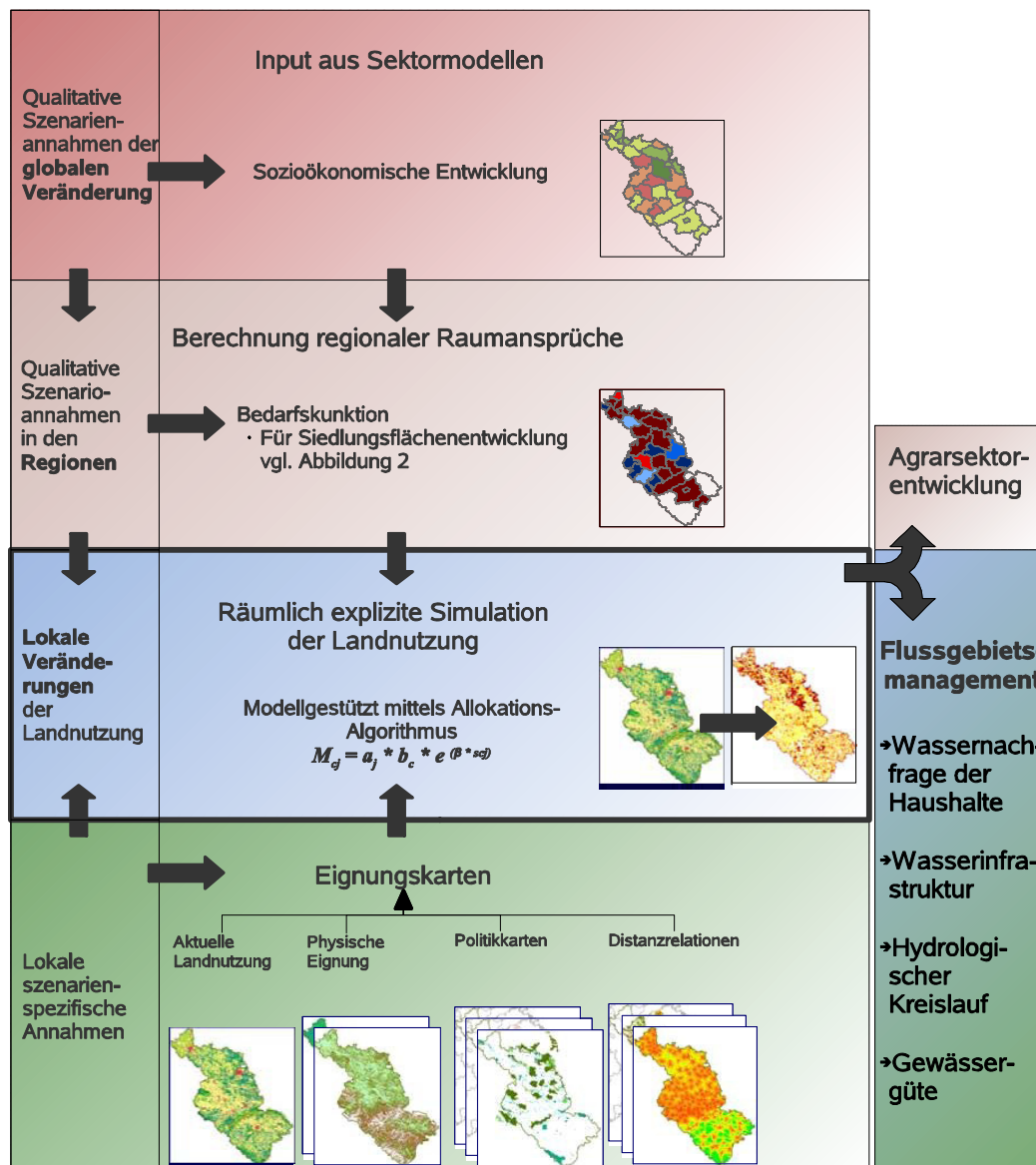


Abbildung 1: Überblick über methodisches Vorgehen

Die Raumannsprüche wurden mittels eines linearen Regressionsmodells aus Bevölkerungsentwicklung und Bruttoinlandsprodukt ermittelt. Das Allokationsmodul basiert auf einem regelbasierten Ansatz. Ausgehend von erstellten Eignungskarten werden urbane Flächen den Zellen höchster Eignung zugeordnet (Reginster & Rounsevell 2006). Ebenfalls auf europäischer Ebene, einschließlich der Tschechischen Republik, sind im Projekt EURURALIS Szenarien der Landnutzungsänderung für das Jahr 2030 mit einem Kilometer räumlicher Auflösung erstellt worden. Das Landnutzungsmodell CLUE-S integriert ebenfalls regionale Raumannsprüche und lokale Eignung mit Hilfe eines regelbasierten Allokationsmoduls. Dabei werden alle Landnutzungen dynamisch in einem Wettbewerb um die geeignetsten Zellen betrachtet (Verborg et al. 2006).

Diese drei Studien ähneln sich bezüglich ihrer Grundstruktur, indem zunächst Raumannsprüche auf einer regionalen Ebene (diese kann in den Arbeiten variieren) und Eignungskarten als Eingangsinformationen in ein Allokationsmodul integrieren. Unterschiede bestehen in den, in den jeweiligen Arbeitsschritten verwendeten, Methoden. Aus den globalen Szenarien des IPCC

werden qualitative Szenarienannahmen für kontrastierende Entwicklungspfade für das Untersuchungsgebiet abgeleitet. Im folgenden Schritt werden diese Szenarien quantifiziert. Studien, in denen die Flächenbedarfsentwicklungen explizit berechnet und im Landnutzungsmodell berücksichtigt werden, verwenden als Hauptindikatoren die Bevölkerungsentwicklung und die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) (White & Engelen 2000, van Wissen & Huismann 2001, Engelen et al. 2002, Reginster & Rounsevell 2006). Häufig verwendete Methoden zur Projektion künftiger Siedlungsflächenentwicklung reichen hierbei von einfachen Trendextrapolationen, über statistische Modelle bis hin zu Produktivitätsansätzen (Veldkamp & Fresco 1996, Wagtendonk & Rietveld 2000, Schotten et al. 2001, van Wissen & Huismann 2001, Brouwer et al. 2002, de Nijs et al. 2004, de Nijs et al. 2005, Baba et al. 2007). Trendfortschreibungen beruhen auf einer univariaten Extrapolation vergangener Trends und berücksichtigen somit keine kausalen Zusammenhänge (Landis 1994, White et al. 1997, Dosch & Beckmann 1999, Verburg et al. 1999, White et al. 1999, Fritsch 2002, Allen & Lu 2003, Koomen & Groen 2004, Solecki & Oliveri 2004, Houet & Hubert-Moy 2006). Statistische Ansätze umfassen in der Regel Regressionen mit einer oder mehreren unabhängigen Variablen zum Thema Bevölkerung und Wirtschaftsentwicklung (Alig & Healy 1987, Smits & Annoni 1999, Bogner & Bartl 2001, Seto & Kaufmann 2003, Betzholz et al. 2005, Kuhlman et al. 2005). Produktivitätsansätze verwenden flächenspezifische Umrechnungsfaktoren (spezifische Flächenverbräuche), um aus sozioökonomischen Trends auf den Flächenbedarf zu schließen (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 1996, White & Engelen 1997, White et al. 2000, de Nijs et al. 2001, Brouwer et al. 2002, Heida 2002, Barredo et al. 2003, Buchert et al. 2004, Lavalley et al. 2004, de Nijs et al. 2005). Dieser Ansatz lässt die Möglichkeit offen, die flächenspezifischen Faktoren im Zeitablauf und räumlich zu variieren.

Eignungskarten werden fast immer für räumlich explizit arbeitende Modelle, wie die oben genannten, benötigt. Methoden für ihre Erstellung reichen von einfachen gewichteten Summen bis zu empirisch bestimmten Eignungswerten. Auch Expertenbeurteilungen werden zur Eignungsbewertung eingesetzt (Borsboom-van Beurden et al. 2002, Verburg et al. 2004, Dendoncker et al. 2005).

Für die Modellierung von Landnutzungsänderungen existiert eine Vielzahl von Modellen, die sich erheblich voneinander unterscheiden können. Wichtigste Unterscheidungskriterien sind die räumliche Auflösung und Ausdehnung, das zugrunde liegende methodische Konzept und die Breite der Anwendungsmöglichkeiten (Agarwal et al. 2000, Briassoulis 2000). Bedeutende methodische Ansätze stellen ökonometrische-, Optimierungs-, Interaktions- und Integrierte Modelle dar (Agarwal et al. 2000, Briassoulis 2000). Für die Modellierung der Siedlungsflächenentwicklung bestehen sowohl lokale, auf einen städtischen Raum bezogene, Ansätze als auch Modelle auf der regionalen Ebene, welche größere administrative Einheiten oder Einzugsgebiete betrachten. Zu den bekanntesten lokalen Ansätzen zählen das SLUETH-Modell (Clarke & Gaydos 1998), das CUF (Landis & Zhang 1998a, 1998b) oder UrbanSim (Waddell 2000). Die spezifischen Datenanforderungen sind hoch und sehr spezialisiert auf den jeweiligen untersuchten urbanen Raum abgestimmt. Auf der regionalen Ebene integrieren die vorhandenen Modelle in der Regel verschiedene Landnutzungen und Landbedeckungen. Bekannte Modelle sind z.B. MOLAND (Lavalley et al. 2004), CLUE (Verburg et al. 2001) oder Land Use Scanner (Hilferink & Rietveld 1999).

Die vorliegende Arbeit folgt zwar dem grundlegenden Vorgehen von Ströbl et al. (2003), Reginster & Rounsevell (2006) und Verburg et al. (2006), ordnet sich bezüglich der räumlichen Auflösung mit 250m Auflösung und der Ausdehnung auf ein Flusseinzugsgebiet zwischen den genannten Studien ein. Auch methodisch gibt es erhebliche Unterschiede. Für die Kalku-

lation der regionalen Raumansprüche werden in der Regel Projektionen der Bevölkerungsentwicklung verwendet. Hier werden methodische Schwierigkeiten gesehen, da nicht die Bevölkerungsentwicklung sondern die Entwicklung der Haushaltsanzahl als kausales, flächenwirksames Kriterium angenommen wird. Trotz sinkender Bevölkerungszahlen steigt im Untersuchungsgebiet mit der Anzahl der Haushalte auch der Bedarf an Siedlungsfläche weiter an (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2006, Baba et al. 2007). Hier wird ein Ansatz zur Berechnung der Raumansprüche vorgestellt, der diese Wirkungsbeziehungen abbildet. Das verwendete Landnutzungsmodell Land Use Scanner ist ein GIS-basiertes, räumlich explizites Landnutzungsmodell, das die Landnutzungsklassen simultan betrachtet (Hilferink & Rietveld 1999). Es integriert regionale Raumansprüche und Eignungskarten und verortet Landnutzungen und Landbedeckungen basierend auf der „economic discrete choice theory“. Bisherige Anwendungsfelder waren beispielsweise Flussgebietsmanagement oder Entscheidungsunterstützung niederländischer Raumplanung (Dekkers & Koomen 2007).

Im Folgenden wird das Landnutzungsmodell Land Use Scanner mit seiner GLOWA-Elbe spezifischen Konfiguration eingeführt. Anschließend wird das methodische Vorgehen zur Berechnung der Eignungskarten und der regionalen Raumansprüche vorgestellt. Schließlich werden die Entwicklungsrahmen spezifiziert und die Szenarioannahmen quantifiziert. Darauf aufbauend werden die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte präsentiert und abschließend kritisch diskutiert.

2.5.2 Methoden und Material

Wie bereits erläutert wurde, besteht das methodische Vorgehen zur Erstellung der Szenarien künftiger Siedlungsflächenentwicklung aus einem vierschrittigen Verfahren, welches in den nächsten Abschnitten detailliert vorgestellt wird (Abbildung 1).

2.5.2.1 Das Landnutzungsmodell: Land Use Scanner

Für die Allokation des Siedlungsflächenbedarfs wird der Land Use Scanner als Landnutzungsmodell verwendet (Hilferink & Rietveld 1999, Schotten et al. 2001). Der Land Use Scanner ist ein operationelles, GIS-basiertes und räumlich explizit arbeitendes Simulationsmodell zur Modellierung der Veränderung von Landnutzung und Landbedeckung. Die grundlegenden Eigenschaften lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Das Modell arbeitet rasterbasiert mit einer Auflösung von derzeit 250m.
- In das Modell kann eine beliebige Anzahl Landnutzungen, in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Datenbasis, integriert werden. Es ist somit kein Modell, welches ausschließlich urbane Landnutzungen betrachtet.
- Die Ergebniskarten zeigen die Wahrscheinlichkeit an, dass eine Rasterzelle einer bestimmten Landnutzung und Landbedeckung angehört. Eine Rasterzelle kann demnach Wahrscheinlichkeiten für mehrere Landnutzungen und Landbedeckungen besitzen.
- Die Ergebnisse des Modells sind bei gleicher Parametereinstellung reproduzierbar.
- Festgesetzte Planungen können im Modell integriert und bei der Simulation berücksichtigt werden.

Als Eingangsdaten sind einerseits räumlich explizite Eignungskarten zu integrieren. Andererseits sind regionale Raumansprüche als Eingangsdaten bereitzustellen. Diese werden vorge-

schaltet in sektoralen Modellen berechnet. Die räumliche Ebene auf der die regionalen Raumansprüche integriert werden, ist dabei grundsätzlich variabel. Das Modell verknüpft schließlich die Eignungskarten und die regionalen Raumansprüche miteinander und verortet die Landnutzung und Landbedeckung entsprechend einem Vergleich der Eignungen verschiedener Landnutzungen für eine Zelle und dem Nutzungsdruck einer Landnutzung, der sich aus den Raumansprüchen ergibt. Dabei werden alle Landnutzungen und Landbedeckungen simultan betrachtet. Es gibt demnach keine Hierarchie, in der die Raumansprüche erfüllt werden (Borsboom-van Beurden et al. 2002).

Die Allokation findet mit einem Logit-Modell statt, das zwei Randbedingungen erfüllen muss. Die betrachteten Randbedingungen bewirken einerseits, dass pro Region soviel Land einer bestimmten Landnutzung und Landbedeckung zugewiesen wird, wie es der Raumanspruch vorgibt. Die zweite Randbedingung verhindert, dass einer einzelnen Zelle mehr Land aus den verschiedenen Landnutzungen und Landbedeckungen zugewiesen wird, als die Rasterzelle groß ist (Koomen & Buurman 2002). Das Modell ermittelt die erwartete Menge Land einer Landnutzung j pro Zelle c wie folgt:

$$M_{cj} = a_j \cdot b_c \cdot \exp(\beta \cdot s_{cj})$$

Hierbei bedeutet M_{cj} die Menge Land in einer Zelle c , die für eine Landnutzung j erwartet wird. a_j stellt die erste Randbedingung dar. Iterativ wird dieser Parameter vom Modell so angepasst, dass die regionalen Raumansprüche einer jeden Landnutzung j erfüllt werden. b_c stellt somit die zweite Randbedingung dar. Auch dieser Parameter wird iterativ im Modell variiert, dass die Menge Land aller Landnutzungen die pro Zelle c erwartet wird, die Größe der Zelle nicht überschreitet. β ist ein manuell einstellbarer Parameter, der die Wichtigkeit der Eignungskarten bestimmt. Ein hoher Wert vergrößert den Einfluss der Eignungskarten, ein niedriger Wert verringert ihn. Ein Wert von 0 würde bedeuten, dass alle Landnutzungen in jeder Zelle die gleiche Wahrscheinlichkeit besäßen (Dekkers 2005). s_{cj} stellt schließlich die Eignung einer Zelle c für jede Landnutzung j dar. Sie basiert auf physischen Eigenschaften, Planungskarten und Nachbarschaftsbeziehungen (Dekkers & Koomen 2007).

Für die Adaption des Land Use Scanners im Elbeeinzugsgebiet mussten zahlreiche Anpassungen vorgenommen werden. Die umfangreichsten Veränderungen betreffen die Definition der Landnutzungsklassen, die Definition der räumlichen Einheiten für die Raumansprüche und die Integration der für das Untersuchungsgebiet spezifischen Daten.

Auch wenn in der vorliegenden Studie lediglich Veränderungen der Siedlungsflächen auf Kosten der landwirtschaftlichen Gebiete stattfinden, wurde das Modell so adaptiert, dass 16 Landnutzungsklassen unterschieden und modelliert werden können. Hierfür wurden die 34 Landnutzungsklassen des Corine-Datensatzes zu 16 Klassen aggregiert. Eine Übersicht über die Zusammenfassung der Landnutzungsklassen befindet sich im Anhang. Die Zusammenfassung der Klassen wurde vorgenommen, damit die Erstellung der für jede Landnutzung und Landbedeckung notwendigen Raumansprüche und Eignungskarten praktikabel bleibt.

Die regionalen Raumansprüche für die 16 Landnutzungs- und Landbedeckungsklassen können auf verschiedenen räumlichen Ebenen integriert werden. Hierfür wurden als administrative Einheiten Gemeinden, Kreise, Raumordnungsregionen und Bundesländer für den deutschen Teil und Gemeinden und NUTS2 (Nomenclature of territorial units for statistics) Gebiete für den tschechischen Teil in das Modell integriert. Dabei wird für jede Landnutzung und Landbedeckung definiert, auf welcher der Ebenen die Raumansprüche berechnet werden (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Räumliche Ebenen der regionalen Raumannsprüche im Land Use Scanner - Elbe (dargestellt sind die wichtigsten Landnutzungen)

Landnutzung	Deutschland	Tschechische Republik
Siedlung	Raumordnungsregion	NUTS2
Ackerland	Kreis	NUTS2
Grünland	Kreis	NUTS2
Wald	Bundesland	NUTS2

Bei der Berechnung der Raumannsprüche ist jedoch zu beachten, dass die Raumannsprüche über alle räumlichen Ebenen hinweg konsistent sind. Das bedeutet, dass in der Summe genauso viel Land aus einer Nutzung fällt, wie von einer anderen Nutzung beansprucht wird. Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, kann das Modell eine Lösung finden.

2.5.2.2 Eignungskarten

Das Landnutzungsmodell benötigt als Eingangsdaten räumlich explizite Informationen darüber, welche Gebiete für welche Landnutzung und Landbedeckung besonders gut oder kaum geeignet sind. Die resultierenden Ergebniskarten werden in jedem Modelldurchlauf neu erstellt. Das bedeutet, dass in einer bestehenden Landnutzungskarte nicht nur einzelne Zellen verändert werden, sondern dass die Karte vollständig neu erstellt wird. Dem entsprechend müssen die Eignungskarten in der Lage sein, dass bisherige Landnutzungsmuster und Veränderungen abzubilden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die Eignungskarten mittels gewichteter Summen aus den einzelnen Einflussfaktoren für jede Landnutzung und Landbedeckung ermittelt. Sie liegen dann als Rasterkarte mit 250m Kantenlänge vor.

Die Einflussfaktoren können in 4 Gruppen eingeteilt werden (vgl. Abbildung 1). Die Grundlage stellt die aktuelle Landnutzungskarte dar. Pro Rasterzelle wird der Anteil der betrachteten Landnutzungen und Landbedeckungen angegeben.

Eine Übersicht über die im Folgenden erläuterten Datensätze gibt Tabelle 2. Die physische Eignung wird durch die vom hydrologischen Modell des Projektverbundes ermittelten Ertragspotentiale repräsentiert (Conradt 2008, Kapitel 2.2). Die Ertragspotentialkarte beruht auf einer Bodenkarte und dem digitalen Geländemodell. Zu den Distanzrelationen zählen vor allem Distanzen entlang der Verkehrsinfrastruktur zu zentralen Orten verschiedener Rangordnung. Schließlich werden die Planungskarten in Form von binären Rastern integriert. Vor allem Karten verschiedener Schutzgebietskategorien werden verwendet, da sie Restriktionen für bestimmte Flächenentwicklungen darstellen. Des Weiteren gehen Vorrang- und Vorbehaltsgebiete verschiedener Nutzungen ein. Die Planungskarten stammen vollständig aus den Landesentwicklungsplänen oder den Regionalen Entwicklungsplänen in den neuen Bundesländern.

Tabelle 2: Eingangsdaten zur Erstellung der Eignungskarten

	Datei	Beschreibung	Räumliche Abdeckung
Natur-schutz	br	Biosphärenreservate	Deutscher Teil
	ffh	Flora-Fauna-Habitat Gebiete	flächendeckend
	lsg	Landschaftsschutzgebiete	Deutscher Teil

	Datei	Beschreibung	Räumliche Abdeckung
	nsg	Naturschutzgebiete	Deutscher Teil
	np	Naturparks	Deutscher Teil
	nlp	Nationalparks	Deutscher Teil
	spa	Vogelschutzgebiete	flächendeckend
Landes- und Regionalplanung	Entw_achsen	Definierte Schwerpunktachsen für künftige Entwicklungen	Deutscher Teil
	pot_Sdl_BB	Potentielle Siedlungsbereich im engeren Verflechtungsraum Berlin	Deutscher Teil
	gruenzaesur	Grünzäsuren (nicht bebaubares Gebiet)	Deutscher Teil
	gruenzuege_freiraum	Grünzüge und Freiräume, die nicht bebaut werden dürfen	Mecklenburg Vorpommern, Thüringen, RegBez. Leipzig
	tws	Trinkwasserschutzgebiete	Deutscher Teil
	vs_lw	Vorsorgegebiete für landwirtschaftliche Flächen	Mecklenburg Vorpommern, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen
	vs_natur_landschaft	Vorsorgegebiete für Natur und Landschaft	Mecklenburg Vorpommern, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen
	vr_natur_landschaft	Vorranggebiete für Natur und Landschaft	Mecklenburg Vorpommern, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen
	vs_rohstoffe	Vorsorgegebiete für Rohstoffgewinnung	Mecklenburg Vorpommern, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen
	vr_rohstoffe	Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung	Mecklenburg Vorpommern, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen
	vs_hws	Vorsorgegebiete für Hochwasserschutz	Deutscher Teil
	vr_hws	Vorranggebiete für Hochwasserschutz	Deutscher Teil
	vs_wald	Vorsorgegebiete für Waldflächen	Thüringen, Sachsen
vr_wald	Vorranggebiete für Waldflächen	Thüringen, Sachsen	
Physische Eigenschaften	yield_potential	Ertragspotentialkarte (Quelle: Conradt 2008, Kapitel 2.2)	flächendeckend
	slope	Hangneigung	flächendeckend
Distanzrelationen	dist_WaldNat	Euklidische Distanz zu Wald- und Naturflächen	flächendeckend
	dist_recreation	Euklidische Distanz zu Erholungsflächen	flächendeckend
	dist_roads_m	Reisezeit entlang von Straßen zu Metropolen	flächendeckend
	dist_roads_m_oz	Reisezeit entlang von Straßen zu Metropolen und Oberzentren	flächendeckend
	dist_roads_m_oz_mz	Reisezeit entlang von Straßen zu Metropolen, Oberzentren und Mittelzentren	flächendeckend

	Datei	Beschreibung	Räumliche Abdeckung
	dist_railroads	Reisezeit entlang von Bahnlinien	flächendeckend
	dist_stations	Euklidische Distanz zu Bahnhöfen	flächendeckend
	dist_roads	Euklidische Distanz zu Straßen	flächendeckend

Da das Raumordnungsprogramm für Gesamtdeutschland aber keine einheitlichen Planungsinstrumente vorsieht, obliegt es jedem Bundesland bzw. jeder Regionalplanungsstelle welche konkreten Instrumente angewendet werden. Dadurch kommt es vor, dass gleiche raumplanerische Ziele in den Bundesländern mit unterschiedlichen Instrumenten verfolgt werden oder aber auch nicht alle Instrumente in allen Bundesländern zur Anwendung kommen, wie dies z.B. bei der Steuerung der Siedlungsflächenentwicklung der Fall ist. In Berlin und Brandenburg werden explizit potentielle Siedlungsgebiete ausgewiesen, während beispielsweise in Thüringen Entwicklungsachsen definiert werden. Dadurch liegt ein Großteil der Planungskarten nicht flächendeckend für jedes Bundesland vor.

Es wird auch bewusst auf die Integration kleinräumiger Planungsvorhaben (Flächennutzungsplanung) verzichtet, da Szenarien erstellt werden, die deutlich über den Planungshorizont hinausgehen. Die Szenarienergebnisse hingegen können darstellen, wo in Zukunft mit Hotspots der Entwicklung zu rechnen ist, so dass aufbauend auf den Szenarien Flächennutzungsplanungen angepasst werden könnten.

Für den Tschechischen Teil des Untersuchungsgebietes wurde bereits mit dem Tschechischen Ministerium für Regionalentwicklung eine Kooperation über die Nutzung von Raumplanungsdaten abgeschlossen. Diese Daten sind jedoch noch nicht integriert.

2.5.2.3 Berechnung regionaler Raumansprüche

Wichtige Einflussfaktoren der Siedlungsflächenentwicklung

Im Folgenden werden die wichtigsten sozioökonomischen Einflussfaktoren für die Siedlungsflächenentwicklung erläutert. Der Abschnitt kann keine umfassende Analyse der Zusammenhänge geben, sondern nur einen kurzen Überblick. Für ausführlichere Darstellungen sei an das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2001 verwiesen.

Einen wichtigen Einfluss auf die Siedlungsflächenentwicklung haben die Wohnpräferenzen sowie die Alters- und Haushaltsstruktur der Bevölkerung. Die kontinuierlich sinkende durchschnittliche Haushaltsgröße bedingt, dass trotz sinkender Bevölkerungszahlen die Anzahl der Haushalte weiter zunimmt. Verursacht wird die Verkleinerung der Haushalte durch eine Reihe von Faktoren von denen exemplarisch erhöhte Scheidungsraten, geringere Geburtenraten oder die Entscheidung für eine kinderlose Ehe genannt werden sollen. Weiterhin wohnen ältere Menschen oft in überdurchschnittlich großen Wohnungen, da sie nach dem Auszug ihrer Kinder nicht wieder in eine kleinere Wohnung umziehen (Remanenz). Das heißt, dass diese großen, „familiengerechten“ Wohnungen nicht für Personen im Familiengründungsalter zur Verfügung stehen und hierfür Neubauten errichtet werden müssen. Gleichzeitig steigt die durchschnittliche Wohnfläche pro Kopf mit zunehmendem Wohlstand stetig an. Einem eventuellen Angebotsüberhang kleinerer Wohnungen steht also möglicherweise ein Nachfrageüberhang nach größeren modernen Wohnungen gegenüber (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2001). Verstärkt wird der Effekt noch dadurch, dass ca. 80% des Wohnungsbaus auf Einfamilienhäuser entfallen, die bezogen auf die Siedlungsfläche, mehr Raum beanspruchen als der Geschosswohnungsbau. Weiterhin wirken gesellschaftliche Leitbilder ver-

stärkend, die unverändert das Haus im Grünen propagieren, oder erhebliche staatliche Förderungen¹, die auf den Neubau von Wohnungen ausgerichtet sind. Zusätzlich zum Siedlungsflächenverbrauch nimmt auch die Verkehrsfläche zu, da neue Wohngebiete infrastrukturell erschlossen werden müssen. Dabei steigt der Erschließungsaufwand mit abnehmender Gebäudedichte überproportional an (Dosch & Beckmann 1999, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2001, Lorenz & Penn-Bressel 2006).

Methodisches Vorgehen

In Anlehnung an die Arbeiten von (Ströbl et al. 2003) und (Brouwer et al. 2002) wurde für das Elbeeinzugsgebiet die Veränderung der Siedlungsflächenentwicklung berechnet. Es wurde bereits dargestellt, dass nicht die Bevölkerungsentwicklung, sondern die Entwicklung der Anzahl der Haushalte die entscheidende Größe für die Nachfrage nach Wohnfläche ist. Im Rahmen des Forschungsprojektes GLOWA-Elbe werden jedoch nur Bevölkerungsprojektionen zur Verfügung gestellt. Aus diesem Grund musste auf die Raumordnungsprognose des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) zurückgegriffen werden (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2006). Diese enthält sowohl eine Prognose für die Bevölkerungsentwicklung als auch für die Anzahl und Struktur der Haushalte sowie die Nachfrage nach Wohnflächen. Alle drei Prognosen sind konsistent aufeinander abgestimmt. Um jedoch auch innerhalb des Projektes Konsistenz zu bewahren, kann die Wohnungsprognose nicht ohne weiteres übernommen werden, sondern muss zunächst an die Bevölkerungsprojektionen des Projektes angepasst werden, welche sich teilweise deutlich von denen der Bevölkerungsprognose des BBR unterscheiden. Die Ursache hierfür liegt darin, dass Blazejczak et al. (2008, Kapitel 2.3) zur Verteilung der Bevölkerung von nationaler Ebene auf Ebene der Raumordnungsregionen die Arbeitskräftenachfrage in den Regionen, also die wirtschaftliche Stärke, berücksichtigt. Das BBR hingegen berechnet für die Bevölkerungsprognose ein reines Kohortenmodell.

Für die Anpassung der Prognosen des BBR an die Szenarien des Projektes wird angenommen, dass sich die Bevölkerungsstruktur und das Haushaltsbildungsverhalten in beiden Studien nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Somit kann auch der Neubaubedarf pro Kopf, welcher in der Wohnungsprognose des BBR ermittelt wird und auf der Haushaltsstruktur beruht, übernommen werden (vgl. Abbildung 2).

¹ Es ist zu beachten, dass die staatlichen Förderungen derzeit auf dem Prüfstand stehen. insbesondere die Eigenheimförderung wurde für Neuverträge bereits abgeschafft. Sie läuft also für bestehende Verträge in den nächsten Jahren aus. Über die Rechtmäßigkeit der Abschaffung der Pendlerpauschale für Arbeitswege, die kleiner als 20km sind, entscheidet aktuell das Bundesverfassungsgericht.

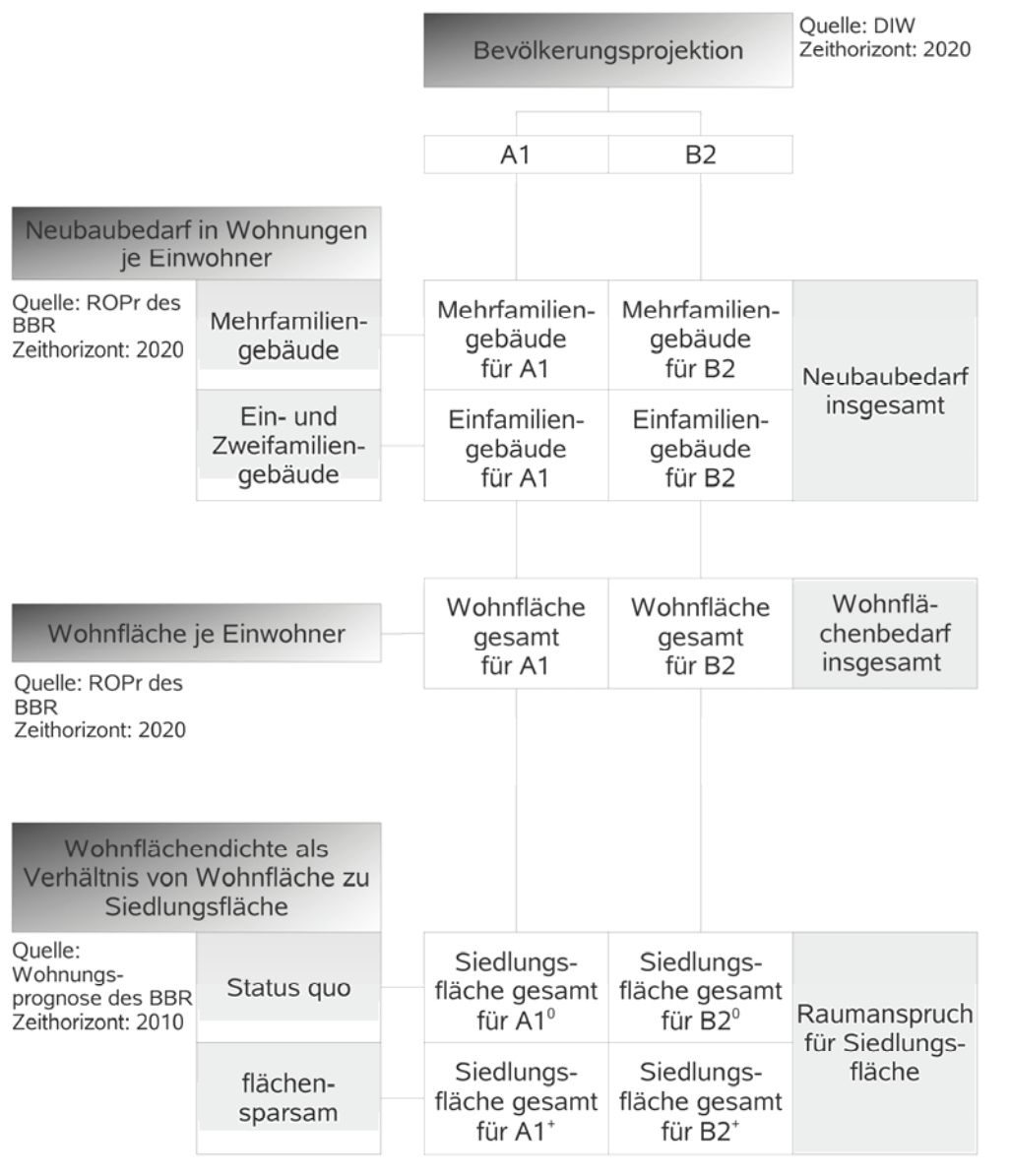


Abbildung 2: Methodik zur Berechnung der Rauman-sprüche für Siedlungsflächen.

Dieser ergibt sich aus der Berücksichtigung des aktuellen Angebots an Wohnfläche, der steigenden Wohnfläche pro Kopf (mit daraus resultierenden Angebotsüberhängen bei kleineren Wohnungen und erhöhter Nachfrage nach größeren Wohnungen), der Entwicklung der Haushalte und Bevölkerung sowie der jeweiligen Wohnpräferenzen. Unter Verwendung der beiden, im Rahmen des Projektes entstandenen, Bevölkerungsprojektionen kann der Gesamtneubaubedarf ermittelt werden. Entsprechend der Entwicklung der Wohnfläche pro Kopf wird der Neubaubedarf in Wohnfläche und diese wiederum mittels der Wohnflächendichte (Wohnfläche je 100m² Grundstücksfläche) in das benötigte Wohnbauland umgerechnet. Die verwendete Wohnflächendichte stammt aus der Raumordnungsprognose 2010 des BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 1996). Diese Raumordnungsprognose ist die einzige Studie, die flächendeckend und regional differenziert einen Umrechnungsfaktor von Wohnfläche zu Wohnbauland angibt. Spätere Raumordnungsprognosen enthalten diese Information nicht. Die Angaben zur Wohnflächendichte liegen differenziert nach Gebäudetyp, alten und

neuen Bundesländern und siedlungsstrukturellem Regionstyp vor. In dieser Raumordnungsprognose werden zwei Szenarien status quo und Flächensparen unterschieden. Diese beiden Szenarien werden für die Differenzierung der Entwicklungsrahmen genutzt. Da das Wohnbauland noch nicht mit der Siedlungsfläche entsprechend dem Datensatz Corine Land Cover übereinstimmt, was in den noch nicht berücksichtigten Erschließungsflächen und städtischen Grünflächen begründet ist, wird noch ein entsprechender Aufschlag vorgenommen.

Für den tschechischen Teil des Einzugsgebietes wird ein im Kern ähnlicher Ansatz verfolgt. Jedoch kann hier nicht auf eine vorliegende Wohnungsprognose aufgebaut werden. Daher wurden für die Entwicklung der Wohnfläche pro Kopf und der Wohnflächendichte szenario-spezifische Annahmen getroffen, welche auf den Entwicklungen von 1995 bis 2005 basieren (Czech Statistical Office 2006). Die Gebäudestruktur wird hier aus Gründen der Vereinfachung nicht unterschieden.

Regionale Raumansprüche für weitere Landnutzungen / Landbedeckungen

Die bisherigen Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die Siedlungsflächenentwicklung. Es war weiterhin geplant die Industrie- und Gewerbeflächen explizit zu betrachten. Alle recherchierten methodischen Vorgehensweisen verfolgen einen Produktivitätsansatz, wie er einleitend erläutert wurde. Es werden die Erwerbstätigen pro Flächeneinheit zum Ausgangszeitpunkt berechnet. Bei konstanter Produktivität ergibt sich bei Veränderung der Zahl der Erwerbstätigen in der Zeit auch eine Veränderung des Flächenbedarfs für Industrie- und Gewerbeflächen. Diese Änderung des Flächenbedarfs liegt jedoch bei weniger als 6,25ha, der kleinsten darstellbaren Einheit im Simulationsmodell. Aus diesem Grund wird diese Landnutzungs-kategorie nicht simuliert (Peckol 2000).

Die Veränderung der landwirtschaftlichen Flächen unterliegt einer Vielzahl von Einflüssen, welche vom Agrarsektormodell Raumis abgebildet werden. Da Siedlungsflächen bereits im Zeitraum 1990 bis 2000 zu 95% auf ehemals landwirtschaftlicher Fläche entstanden, wird für die Simulation künftiger Landnutzungen angenommen, dass Siedlungsflächenentwicklung auf Kosten landwirtschaftlicher Flächen statt findet. Somit reduziert sich die landwirtschaftliche Fläche um den Siedlungsflächenzuwachs. Der sich ergebende negative Raumanspruch an landwirtschaftliche Flächen wird dabei proportional entsprechend der Anteile von Ackerland und Grünland an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche aufgeteilt. Die so reduzierte Fläche wird als exogen vorgegebener Eingangswert im Agrarsektormodell verwendet. Nach Berechnung der vier Entwicklungsrahmen ergab sich, dass aufgrund der aktuellen Lage des Weltmarktes und der Agrarpolitik in keinem Entwicklungsrahmen weitere Flächen aus der Nutzung fallen.

Für eine Aufforstung stehen somit keine weiteren Flächen zur Verfügung. Weiterhin wirken die aktuellen Förderpolitiken für den Forst- und Agrarsektor einer Vermehrung der Waldflächen entgegen. Die niedrigen Aufforstungsförderungen im Vergleich zum hoch subventionierten Agrarsektor stellen keinen ökonomischen Anreiz dar, landwirtschaftliche Flächen aufzugeben und in Waldfläche umzuwandeln (Schmelter 2006).

2.5.2.4 Definition der Entwicklungsrahmen

Im folgenden Abschnitt werden die vier betrachteten Entwicklungsrahmen zunächst qualitativ erläutert. Es handelt sich dabei nicht um Prognosen, sondern um Szenarien, die mögliche plausible zukünftige Entwicklungen aufzeigen. In Anlehnung an die Szenarien des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) werden die beiden Entwicklungsrichtungen Glo-

balisierung (A1) und Differenzierung (B2) unterschieden (Nakicenovic & Swart 2000). Zusätzlich wird eine Unterscheidung der Sektorpolitiken in der Umweltorientierung vorgenommen. Beide Entwicklungsrichtungen werden sowohl ohne verstärkte Umweltorientierung als auch mit verstärkter Umweltorientierung kombiniert. Für eine detaillierte Beschreibung des Handlungsfadens siehe Hartje 2008 (Kapitel 2). Die getroffenen Annahmen sollen ein plausibles Bild der möglichen Zukünfte der Entwicklungsrahmen zeichnen und dabei die Entwicklung der spezifischen Einflussfaktoren berücksichtigen. Anschließend werden die szenarienspezifischen Annahmen quantifiziert.

Qualitative Spezifizierung der Entwicklungsrahmen für die Siedlungsflächenentwicklung

Im Entwicklungsrahmen Globalisierung ohne verstärkte Umweltorientierung (A1⁰) wird angenommen, dass sich die aktuellen Trends der Wohnwünsche weiter fortsetzen. Haushalte im Familiengründungsalter wollen Eigenheimwünsche in ruhiger, naturnaher Umgebung realisieren. Dies trifft vor allem auf die Metropolen, Ober- und Mittelzentren zu, da es aufgrund der guten wirtschaftlichen Entwicklung zu Ausstrahlungseffekten der Metropolen (Leuchttürme) in das weite Hinterland kommt (Blazejczak et al. 2008, Kapitel 2.3). Da als bevorzugter Gebäudetyp das 1-2-Familienhaus angenommen wird, wird weiterhin zusätzliche Fläche in Anspruch genommen. Gleichzeitig könnte es jedoch auch Angebotsüberhänge an Geschosswohnungen in den Kernstädten geben, die einen erheblichen Leerstand zur Folge hätten. (Anmerkung: Hier wohnen zwar keine Menschen, im Bestand sind diese Flächen dennoch vorhanden und sind im Landnutzungsmodell auch als Siedlungsfläche enthalten.) Da gleichzeitig von einer starken Autoorientierung ausgegangen wird, werden die Distanzen zwischen Wohnraum und dem Arbeitsplatz in den städtischen Zentren weiter zunehmen.

Die wirtschaftliche und demographische Entwicklung im Entwicklungsrahmen Globalisierung mit verstärkter Umweltorientierung (A1⁺) entspricht der des Entwicklungsrahmens A1⁰. Eine Zersiedelung des Umlandes der Kernstädte wäre bei gleich bleibender Entwicklung der Siedlungsflächen das Ergebnis. Für diesen Entwicklungsrahmen wird aber angenommen, dass auf politischer Ebene ins Bewusstsein dringt, aktiv gegen diese Entwicklungen vorzugehen, da ein weiterhin stark fortschreitender Flächenverbrauch aus ökologischer und ökonomischer Sicht nicht erwünscht ist. Aus ökonomischer Sicht wären steigende Kosten der Infrastrukturversorgung in neu erschlossenen Siedlungsbereichen zu verzeichnen, während in der Kernstadt eine Unterauslastung zu konstatieren wäre. Aus ökologischer Sicht wären die zunehmende Versiegelung und die Fragmentierung von Landschaft und Lebensräumen unerwünschte Folgen.

Um diesen Entwicklungen entgegen zu wirken, wird für den Entwicklungsrahmen davon ausgegangen, dass in der Raumordnungspolitik innovative Instrumente eingesetzt werden, die den Flächenverbrauch deutlich reduzieren, das Bewusstsein der Bevölkerung beeinflussen, jedoch das wirtschaftliche Wachstum nicht einschränken sollen (und somit nicht im Widerspruch zu den Grundsätzen des Szenarios A1 stehen).

Im Entwicklungsrahmen Differenzierung ohne verstärkte Umweltorientierung (B2⁰) wird eine abgeschwächte demographische und wirtschaftliche Entwicklung sowie eine regional ausgerichtete Lebensorientierung (Identifikation mit der Region) angenommen. Die Ausstrahlungseffekte der Metropolregionen sind kaum vorhanden (Blazejczak et al. 2008, Kapitel 2.3). Es wird jedoch angenommen, dass der Wunsch vom Wohnen im 1-2-Familienhaus bestehen bleibt. Gleichzeitig ist jedoch die Wirtschaftskraft nicht groß genug, um diese Wünsche zu

realisieren. Somit würde zum Ausgangszeitpunkt leer stehender Wohnraum künftig wieder genutzt. Da die wirtschaftlichen Unterschiede in diesem Szenario zwischen Metropolregionen und ländlichen Gebieten stark ausgeprägt sind, wird davon ausgegangen, dass auch der Siedlungs- und Verkehrsflächenverbrauch stärker auf die städtischen Zentren konzentriert erfolgt. Grundsätzlich wird angenommen, dass der Flächenverbrauch ungebremst wie im Szenario A1⁰ steigt, jedoch von einer schwächeren Wirtschaftsentwicklung und weniger starkem Bevölkerungswachstum beeinflusst wird.

Im Szenario Differenzierung mit verstärkter Umwelterorientierung (B2⁺) besitzt einerseits das innerstädtische Wohnen eine hohe Attraktivität und andererseits wird die Nähe zur naturnahen Erholung gesucht. Auch hier wird angenommen, dass die Siedlungsstruktur entsprechend den Grundsätzen der dezentralen Konzentration gegliedert ist. Da die Metropolregionen jedoch eher Wachstumsinseln darstellen und die Ausstrahlungseffekte auf das Umland ausbleiben, ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Regionen zu erwarten. Die schwache Wirtschaft im Umland sowie die Wiedernutzung bestehenden Leerstandes würde eine reduzierte Nachfrage nach neuen Siedlungsflächen verursachen. Gleichzeitig kann keine Angleichung der Entwicklungen an ähnliche westdeutsche Regionen stattfinden. Im Gegensatz zur ländlichen Entwicklung wird für die Metropolen ein anderer Verlauf angenommen. Durch das Konzept der Wachstumsinsel ist das Siedlungsflächenwachstum auf diese Gebiete beschränkt. Somit ist von einer Polarisierung der Raumstrukturen auszugehen. Während das nahe Umland der Metropolregionen von Suburbanisierungstendenzen geprägt ist, wird es auch ländliche Regionen geben, in denen aufgrund von Bevölkerungsrückgängen und schwacher Wirtschaft keine weitere Siedlungsflächenentwicklung stattfinden wird.

Quantifizierung der Einflussfaktoren

In Tabelle 3 werden die Annahmen für die Ausdifferenzierung der Entwicklungsrahmen quantifiziert und in die aktuellen Entwicklungstrends eingeordnet. Der für die Berechnung der Raumansprüche notwendige Neubaubedarf je Einwohner ist in der Tabelle nicht aufgeführt, da dieser nicht szenarienspezifisch differenziert wird. Der Wert stammt aus der Raumordnungsprognose 2020/2050 des BBR, die keine Szenarien unterscheidet (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2006). Neben der Betrachtung von zwei Szenarien der Bevölkerungsentwicklung stellt die Gebäudedichte / Wohnflächendichte einen wesentlichen Faktor zur Differenzierung der Entwicklungsrahmen dar. Eine künftig gleich bleibend niedrige Wohnflächendichte, wie sie heute in Neubaugebieten vorzufinden ist, wird für die Entwicklungsrahmen ohne verstärkte Umwelterorientierung angenommen. Hierfür wurde die Wohnflächendichte des status quo Szenarios der Wohnungsprognose 2010 verwendet (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 1996). Gleichzeitig wird von der Politik unterstellt weniger Wert auf die Wiedernutzung von Wohnungen im Bestand zu legen, so dass aktuelle Leerstandsquoten nicht zurückgehen. Die Entwicklungsrahmen mit verstärkter Umwelterorientierung berücksichtigen hingegen sowohl eine stärkere Orientierung zum Wohnungsbestand als auch höhere Wohnflächendichten. Entsprechend wird die Wohnflächendichte des Szenarios Flächensparen der Raumordnungsprognose 2010 genutzt (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 1996).

Auch für die Eignungskarten müssen Annahmen zur Parametrisierung getroffen werden. Die Definition der Gewichte für die Summierung der Einzelkarten erfolgt manuell in einem iterativen Prozess so, dass die Szenarienannahmen im räumlichen Muster der Siedlungsflächenentwicklung wieder zu erkennen sind. Somit erhalten die Karten der Schutzgebietskategorien und räumlichen Planungen in den Entwicklungsrahmen mit verstärkter Umwelterorientierung

ein höheres Gewicht als in den Entwicklungsrahmen ohne verstärkte Umweltorientierung, womit stärkere Restriktionen für Veränderungen der Landnutzung gelten.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Ausgestaltung der vier Entwicklungsrahmen

		Globalisierung (A1)		Differenzierung (B2)	
		Ohne verstärkte Umweltorientierung (0)	Mit verstärkter Umweltorientierung (+)	Ohne verstärkte Umweltorientierung (0)	Mit verstärkter Umweltorientierung (+)
Deutschland	Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterhin steigende gesamtdeutsche Bevölkerung • Periphere Raumordnungsregionen bereits mit abnehmender Bevölkerung • Quelle: DIW Projektionen 		<ul style="list-style-type: none"> • Weiterhin steigende gesamtdeutsche Bevölkerung, aber schwächere Dynamik • Wachstum nur noch in Agglomerationsräumen • Quelle: DIW Projektionen 	
	Wohnfläche pro Kopf	<ul style="list-style-type: none"> • Raumordnungsprognose 2020/2050 des BBR → keine Szenariendifferenzierung • Wohnfläche pro Kopf steigt in allen Regionen an 			
	Gebäudestruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Raumordnungsprognose 2020/2050 des BBR → keine Szenariendifferenzierung • Ein- und Zweifamilienhäuser überwiegen beim Neubau • Periphere Regionen ohne Nachfrage nach Geschosswohnungsbau 			
	Wohnflächendichte	• Bleibt bei ca. 30%	• Steigt auf knapp 50% an	• Bleibt bei ca. 30%	• Steigt auf knapp 50% an
	Leerstand	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Wiedernutzung • Bauen im Grünen 		<ul style="list-style-type: none"> • Wiedernutzung des heutigen Leerstandes • Besinnung auf städtisches Wohnen 	
	Raumordnung	<ul style="list-style-type: none"> • Nur schwache Berücksichtigung der Entwicklungspläne 	<ul style="list-style-type: none"> • stärkere Berücksichtigung der Entwicklungspläne 	<ul style="list-style-type: none"> • Nur schwache Berücksichtigung der Entwicklungspläne 	<ul style="list-style-type: none"> • stärkere Berücksichtigung der Entwicklungspläne
Tschechische Republik	Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> • geringfügige aber das gesamte Land betreffende Bevölkerungszunahme • Quelle: DIW Projektionen 		<ul style="list-style-type: none"> • nimmt nur in Prag und im direkten Umland zu, sonst Bevölkerungsverluste • Quelle: DIW Projektionen 	
	Wohnfläche pro Kopf	<ul style="list-style-type: none"> • nimmt in gleicher Stärke zu wie zwischen 1991 und 2001 		<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme schwächt sich deutlich ab 	
	Gebäudestruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Wird aufgrund mangelnder Datenbasis nicht differenziert betrachtet 			
	Wohnflächendichte	• Bleibt bei ca. 17%	• Steigt auf deutsches Niveau	• Bleibt bei ca. 17%	• Steigt auf deutsches Niveau
	Leerstand	<ul style="list-style-type: none"> • Wird aufgrund unzureichender Datenbasis nicht betrachtet 			
	Raumordnung	<ul style="list-style-type: none"> • Wird aufgrund unzureichender Datenbasis nicht betrachtet 			

Die Gewichtung der Distanzkarten variiert in den verschiedenen Entwicklungsrahmen in Abhängigkeit der sozioökonomischen Entwicklung und der damit verbundenen Ausstrahlungseffekte ins Hinterland von Städten. In den Entwicklungsrahmen Globalisierung werden größere Distanzen um die zentralen Orte aller Hierarchiestufen herum für die Siedlungsflächenentwicklung in Betracht gezogen. Hierfür kann als Orientierungswert die Stärke der Ausstrah-

lungseffekte die räumliche Verteilung der Siedlungsflächenentwicklung im Zeitraum 1990 – 2000 herangezogen werden. In den Differenzierungsszenarien werden die Distanzen zu Mittelzentren und zentralen Orte niedrigerer Hierarchiestufe nicht weiter berücksichtigt, sondern lediglich die Metropolen und Oberzentren. Gleichzeitig ist auch der betrachtete Radius um die bestehenden Siedlungsflächen kleiner.

2.5.2.5 Material

Für die Untersuchung sind zweierlei Datengrundlagen notwendig. Die Erstellung der Eignungskarten beruht auf geographischen Datensätzen und die Flächenbedarfsermittlung verwendet statistische Informationen als Grundlage.

Die aktuelle Landnutzung und Landbedeckung basiert auf dem Corine Land Cover Datensatz (CORINE Land Cover 2004). Der Corine Datensatz wird verwendet, da er einen konsistenten und flächendeckenden Datensatz für das gesamte Elbeeinzugsgebiet, einschließlich des tschechischen Gebiets, darstellt. Datensätze, die räumlich und sachlich höher aufgelöst sind, wie beispielsweise die Biotoptypenkartierung oder ATKIS-Daten (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem), liegen nicht flächendeckend für ein Erfassungsjahr vor. Außerdem gibt es diese Datensätze nicht für die Tschechische Republik. Als Eingangsinformation für die Eignungskarten des Landnutzungsmodells werden die Corine-Daten aus dem Jahr 2000 verwendet, wobei für die Analyse vergangener Trends auch der Zeitschnitt von 1990 berücksichtigt wurde (CORINE Land Cover 1997).

Als physisch-geographische Faktoren für die Eignungsbewertung werden Höhenlage und Hangneigung, die auf dem digitalen Geländemodell der SRTM-Mission basieren, verwendet (International Centre for Tropical Agriculture (CIAT) 2004). Außerdem werden Ertragspotentiale der landwirtschaftlichen Flächen integriert, die im Wesentlichen auf Bodeneigenschaften beruhen (Conradt 2008, Kapitel 2.2). Die Distanzrelationen beinhalten vor allem Entfernungen zur Verkehrsinfrastruktur, welche auf dem Digitalen Landschaftsmodell sowie Daten des Digital Charts of the World basieren (BKG 2005, BKG 2002, DCW 2005). Politikkarten beinhalten die Landesentwicklungspläne oder regionalen Entwicklungspläne der neuen Bundesländer (). Hierbei stellt das Zentrale – Orte – System mit seiner hierarchischen Ordnung zentralörtlicher Funktionen einen wichtigen Einflussfaktor dar. Für den tschechischen Teil des Untersuchungsgebietes wird die Raumordnung erst in naher Zukunft integriert.

Für den deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes basieren die statistischen Informationen auf der Statistik lokal und regional der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder für die Jahre 2003 und 2006. Ergänzt werden diese Daten durch die Raumordnungs- und Wohnungsprognosen des BBR aus den Jahren 1996, 2001 und 2006. Diese Prognosen basieren ebenfalls auf der amtlichen Statistik. Auch für den tschechischen Teil des Untersuchungsgebietes stehen Daten der amtlichen Statistik zur Verfügung (CZSO 2006, CRR 2006).

Alle Informationen liegen für die Raumordnungsregionen mit Gebietsstand 31.12.2001 bzw. für die NUTS2 Gebiete mit Gebietsstand 2005 vor. Aufgrund des politischen Umbruchs in beiden Staaten bestehen zuverlässige Daten erst seit 1995.

2.5.3 Ergebnisse

2.5.3.1 Regionale Raumansprüche für Siedlungsflächen

Die regionalen Raumansprüche werden für jede Raumordnungsregion (Deutschland) bzw. NUTS2 Region (Tschechien) berechnet. Aus Gründen der Darstellung wird in Abbildung 3 eine aggregierte Form gewählt, indem die Werte für die einzelnen deutschen Regionen nach siedlungsstrukturellen Gebiebstypen und ihrer Zugehörigkeit zu den neuen und alten Bundesländern gruppiert wurden. Vor allem die Agglomerationsräume sind mit mehr als 15% Siedlungsflächenzuwachs in den Entwicklungsrahmen ohne verstärkte Umwelterorientierung von Suburbanisierungseffekten betroffen. Die niedrigsten relativen Zuwächse sind in den verstäderten Räumen zu verzeichnen. Mit Werten von 4,5 – 8% in den alten Bundesländern und 2 – 10% in den Neuen, weichen diese Ergebnisse deutlich von denen der Agglomerationsräume ab. Die Unterschiede zwischen den Szenarien ohne und mit verstärkter Umwelterorientierung beruhen jeweils auf der veränderten Annahme über die Wohnflächendichte. Zwischen den Globalisierungs- und Differenzierungsszenarien bedingen die unterschiedlichen Bevölkerungsprojektionen und die unterschiedliche Wiedernutzung des Leerstandes die Verschiedenheit der Ergebnisse.

Gleichzeitig wird in der Abbildung der Trend dargestellt, wie stark der Siedlungsflächenzuwachs bis zum Jahr 2020 wäre, wenn der durchschnittliche jährliche Zuwachs der Jahre 1990 bis 2000 in die Zukunft fortgeschrieben würde. Es ist deutlich erkennbar, dass die projizierten Entwicklungen teilweise erheblich von den vergangenen Trends abweichen. Dies trifft vor allem für die Agglomerationsräume zu. Ursache sind hier die hohen Wanderungsgewinne im Umland der Metropolen. Die geringsten Zuwächse sind in den verstäderten Räumen zu erwarten. Dies liegt zum einen in der negativen Bevölkerungsdynamik und zum anderen an der höheren Wohnflächendichte im Vergleich zu den ländlichen Räumen begründet.

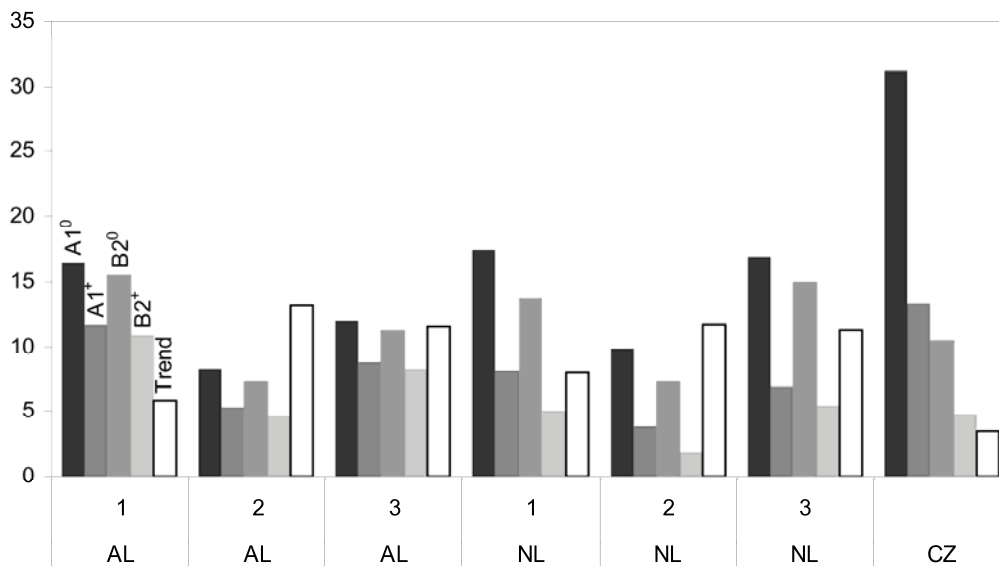


Abbildung 3: Raumansprüche ausgedrückt als prozentuale Veränderung der Siedlungsfläche im Elbeeinzugsgebiet zwischen 2000 und 2020. AL - alte Bundesländer, NL - neue Bundesländer, 1 - Agglomerationsräume, 2 - verstäderte Räume, 3 - ländliche Räume

Tabelle 4: Anteil der Siedlungsfläche an der Fläche des Elbeeinzugsgebietes in Deutschland (DE) und der Tschechischen Republik (CZ) in Prozent. Die Angaben beruhen auf dem Datensatz Corine Land Cover und den eigenen Berechnungen.

	1990	2000	A1 ⁰	A1 ⁺	B2 ⁰	B2 ⁺
CZ	4.03	4.09	5.34	4.54	4.49	4.25
DE	5.89	6.17	7.01	6.58	6.85	6.45

Der Anteil Siedlungsfläche, wobei Siedlungsfläche in der ganzen Untersuchung entsprechend der Klassifikation des Landnutzungsdatensatzes Corine als städtisch geprägte Flächen anzusehen ist, nimmt im gesamten Elbeeinzugsgebiet, differenziert nach Staatszugehörigkeit, in allen vier Entwicklungsrahmen deutlich zu (Tabelle 4).

Ein Rückbau von Siedlungsfläche findet in den hier vorgestellten Entwicklungsrahmen nicht statt. Es ist in einigen Gemeinden bereits heute ein Abriss von Wohnraum zu verzeichnen, dieser wird aber auf der betrachteten räumlichen Skala nicht abgebildet. In der Nutzungsklassifikation von Corine Land Cover blieben diese kleinräumigen Gebiete als Siedlungsfläche definiert, da die Datenbasis die Landnutzungs- und Landbedeckungsklassen räumlich nicht ausreichend fein differenziert, derart kleinräumige Veränderungen abzubilden.

2.5.3.2 Räumlich explizite Simulation der Landnutzung

Siedlungsflächenentwicklung

Die berechneten regionalen Raumansprüche wurden in das Simulationsmodell integriert und die künftigen Landnutzungs- und Landbedeckungsmuster für die vier Entwicklungsrahmen berechnet.

Abbildung 4a zeigt den prozentualen Siedlungsflächenzuwachs auf der Ebene der Gemeinden für den Entwicklungsrahmen Globalisierung ohne verstärkte Umweltorientierung. Hierfür wurden die Ergebnisse, die auf der Rasterebene vorliegen, für die Gemeinden zusammengefasst. Den Schwerpunkt der Flächenentwicklungen mit Zuwächsen von über 20% bezogen auf den Stand im Jahr 2000 bilden die Agglomerationsräume Hamburg und Berlin. Vom Zuwachs der Entwicklungen sind hier die Gemeinden außerhalb der Kernstädte besonders betroffen. Ein Wachstumskorridor erstreckt sich dabei in einem Bogen von Teltow-Fläming über Berlin und die Prignitz bis nach Hamburg.

Es ist aber zu berücksichtigen, dass es sich in Abbildung 4 um prozentuale Veränderungen handelt. Ist die Ausgangsfläche, wie in der Region Prignitz, sehr klein, können deshalb auch kleine absolute Flächenzuwächse hohe prozentuale Veränderungen ergeben.

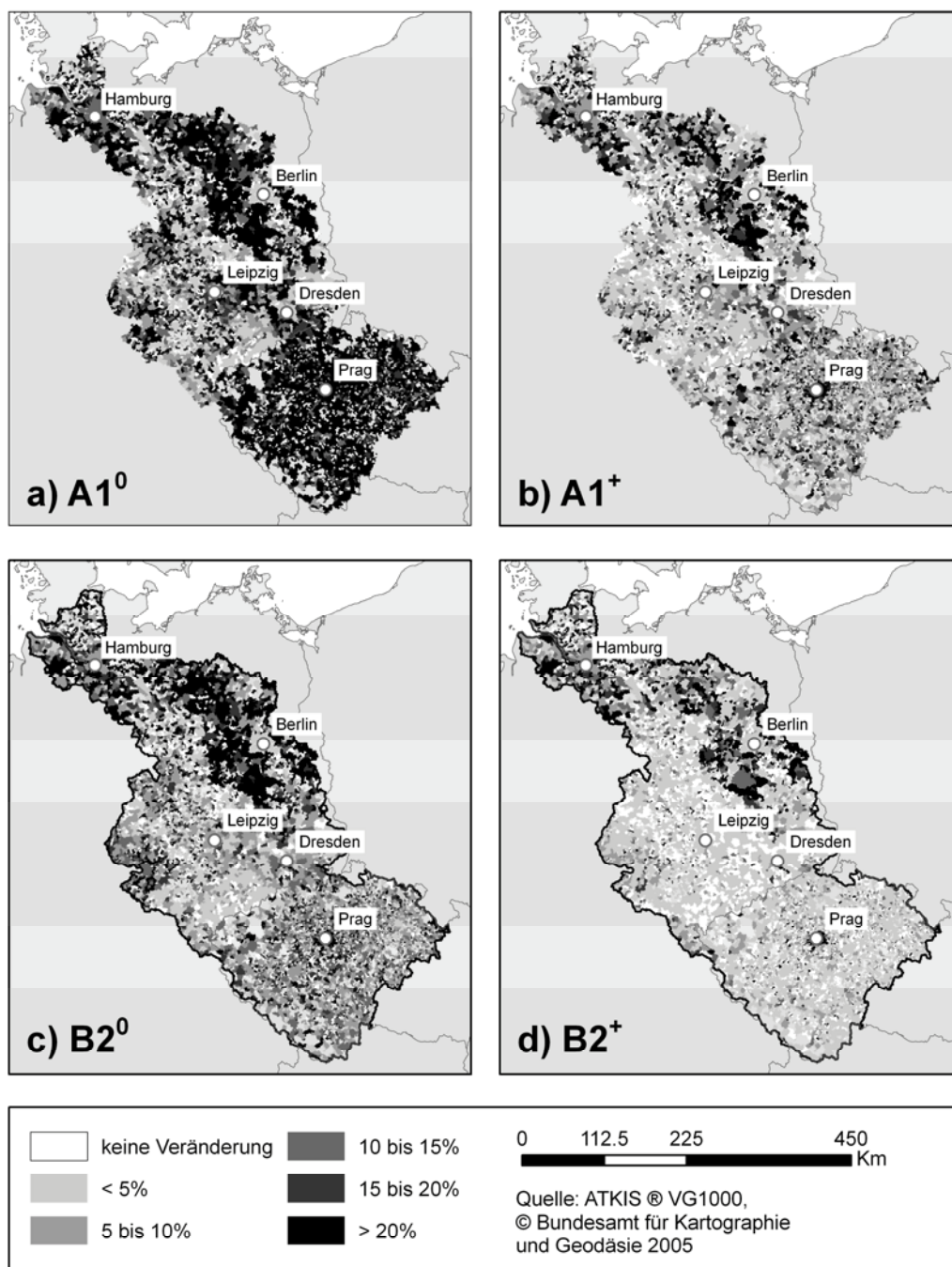


Abbildung 4: Siedlungsflächenentwicklung auf Gemeindeebene zwischen 2000 und 2020 in Prozent.

Ähnliche Muster zeigen sich auch in den Regionen Leipzig und Dresden. Deutlich schwächere Entwicklungen sind in Thüringen, Sachsen-Anhalt, der Spreewaldregion und im Erzgebirge zu finden. In der Tschechischen Republik verteilt sich die Siedlungsflächenentwicklung im Entwicklungsrahmen A1⁰ relativ gleichmäßig über das gesamte Land. Die Ursache hierfür liegt in dem sehr niedrigen Ausgangsniveau der Flächenentwicklung und den enormen Zuwächsen im Entwicklungsrahmen A1⁺.

Im Entwicklungsrahmen Globalisierung mit verstärkter Umweltorientierung ist ein ähnliches Muster mit abgeschwächten Trends erkennbar. Diese sind in einer deutlich erhöhten Wohn-

flächendichte und damit geringeren regionalen Raumannsprüchen begründet (Abbildung 3). Auch in diesem Entwicklungsrahmen zeigen die Metropolregionen ein hohes Wachstum. Das Flächenwachstum um die Zentren Leipzig und Dresden ist jedoch, wie auch in der Tschechischen Republik, deutlich abgeschwächt. Für das Umland von Prag wird weiterhin ein starker Siedlungsflächenzuwachs verzeichnet, während im übrigen Land ein geringerer Flächenverbrauch zu konstatieren ist.

Zwischen dem Entwicklungsrahmen Globalisierung mit verstärkter Umweltorientierung und dem Entwicklungsrahmen Differenzierung ohne verstärkte Umweltorientierung bestehen keine bedeutenden strukturellen Unterschiede. Jedoch ist die Entwicklungsdynamik im Entwicklungsrahmen B2⁰ mit zunehmender Entfernung von den Metropolen deutlich abgeschwächt.

Wird im Entwicklungsrahmen A1⁺ die Nachfrage nach Fläche durch eine höhere Wohnflächendichte reduziert, so tritt dieser Effekt im Entwicklungsrahmen B2⁰ durch verstärkt rückläufige Bevölkerungszahlen auf. Der Wachstumskorridor zwischen Berlin und Hamburg bleibt auch in diesem Entwicklungsrahmen bestehen, da die Dynamik beider Agglomerationsräume auch in diesem Entwicklungsrahmen hoch ist. Zudem ist der Flächenzuwachs in den Kernstädten geringfügig höher, als in den Globalisierungsszenarien. Dies beruht auf der Annahme einer Orientierung hin zu städtischem Wohnen und geringeren Ausstrahlungseffekten ins Hinterland.

Verstärkt wird diese Tendenz im Entwicklungsrahmen Differenzierung mit verstärkter Umweltorientierung noch durch die Annahme eines sehr gut ausgebauten ÖPNV. Hier beschränkt sich ein stärkeres Siedlungsflächenwachstum auf die Regionen Hamburg, Berlin und Prag.

Unter Berücksichtigung siedlungsstruktureller Gebietstypen zeigt sich, dass die absolute Zunahme der Siedlungsflächen in Tschechien deutlich stärker auf die Kernstadt des Agglomerationsraums ausgerichtet ist, als in Deutschland. Im Gegensatz zu Deutschland ist Prag das dominierende wirtschaftliche Zentrum des Landes. Weitere größere Städte wie Plzen oder Ustí n.L. stehen deutlich hinter der Hauptstadt zurück. Der Anteil der Metropolregion Prag am gesamten Siedlungsflächenwachstum ist in den Differenzierungsszenarien doppelt so groß, wie in den Globalisierungsszenarien. Dies lässt sich damit begründen, dass im Globalisierungsszenario sowohl die wirtschaftliche als auch die Bevölkerungsentwicklung im ganzen Land dynamisch positiver verläuft als in den Differenzierungsszenarien und sich somit auch die Zunahme der Siedlungsflächen deutlich stärker auf die verschiedenen Regionen des Landes verteilen. In den Differenzierungsszenarien wurden nur für die Region Prag weiterhin Wirtschaftswachstum und Bevölkerungszuwächse projiziert. Alle anderen tschechischen Regionen werden Bevölkerungsverluste verzeichnen. In Zusammenhang mit den, im Vergleich zu Deutschland, niedrigeren pro Kopf Wohnflächen, ist also die Siedlungsflächenzunahme in diesen Entwicklungsrahmen stärker auf die Metropolregion Prag, einschließlich ihres Umlandes konzentriert. Ein starkes absolutes Wachstum, jedoch deutlich schwächer als in Prag, ist auch in den anderen Kernstädten der Agglomerationsräume des Untersuchungsgebietes zu verzeichnen, was mit den relativ hohen Bevölkerungszuwächsen dieser Städte in allen Entwicklungsrahmen begründet werden kann.

Weiterhin ist festzustellen, dass die ländlichen Gemeinden insgesamt in Deutschland und der Tschechischen Republik auch große absolute Siedlungsflächenzuwächse erfahren. Es findet also nicht nur ein prozentual, sondern auch absolut hohes Wachstum statt. In diesen Gebieten ist die pro Person zur Verfügung stehende Fläche noch größer, als in direkter Nachbarschaft der Städte. Das bedeutet, dass der Radius der von Suburbanisierung beeinflussten Gebiete weiter wächst. Einen verhältnismäßig geringen Anteil am Siedlungsflächenzuwachs erfahren

die Kernstädte, in denen der Anteil der Siedlungsfläche an der Gemeindefläche bereits zum Ausgangszeitpunkt deutlich größer ist, als in ländlichen Gemeinden, und in denen bereits hohe Bebauungsdichten vorzufinden sind (Ober- und Mittelzentren, sowie die Metropolen), so dass entsprechend weniger Fläche zur Bebauung zur Verfügung steht.

Für alle vier Entwicklungsrahmen gilt allerdings, dass die Verteilung der Siedlungsflächenzuwächse auf die einzelnen siedlungsstrukturellen Gemeindetypen immer ähnlich ist. Es gibt leichte Verschiebungen, die mit den Szenarienannahmen erklärt werden können.

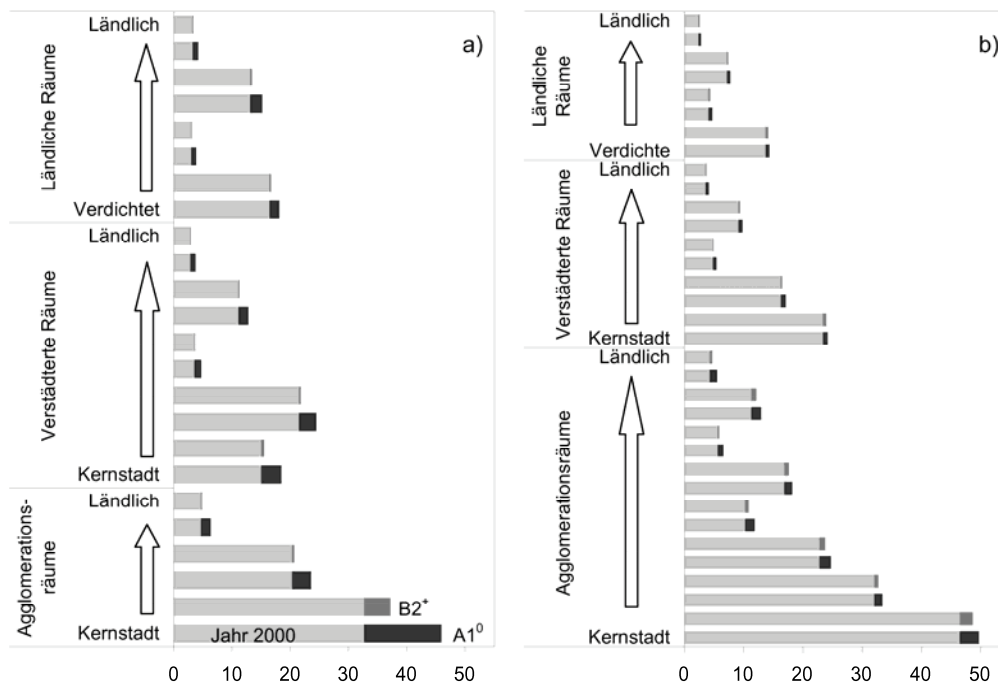


Abbildung 5: Anteil Siedlungsfläche im Jahr 2000 und prozentualer Siedlungsflächenzuwachs bezogen auf die Gemeindefläche, gruppiert nach siedlungsstrukturellen Gemeindetypen für zwei Szenarien. a) Tschechische Republik; b) Deutschland.

So zum Beispiel der größere Anteil der Kernstädte am Flächenzuwachs in den Entwicklungsrahmen mit verstärkter Umweltorientierung, bei denen eine Zersiedelung des Hinterlands vermieden werden soll.

Die Berechnung des durchschnittlichen Siedlungsflächenwachstums eines Gemeindetyps pro Gemeinde, bezogen auf die Gemeindefläche, zeigt, dass der Anteil der Siedlungsfläche pro Gemeinde in den ländlichen Gebieten trotz erheblichen Zuwachses sehr niedrig bleibt (Abbildung 5). Die Abbildung verdeutlicht auch, dass es die städtischen Zentren sind, die die größten relativen und absoluten Flächenzuwächse zu verzeichnen haben.

Entwicklung landwirtschaftlicher Fläche

Abbildung 6 verdeutlicht die Reduktion landwirtschaftlicher Flächen auf Kreisebene im Zeitraum 2000 bis 2020. Im gesamten Untersuchungsgebiet nimmt die landwirtschaftliche Fläche in den vier Entwicklungsrahmen um weniger als 2% ab. Dies trifft sowohl für Acker- als auch für Grünlandflächen. Nennenswerte Verluste von mehr als 5% sind nur in regionalen Schwerpunkten zu verzeichnen.

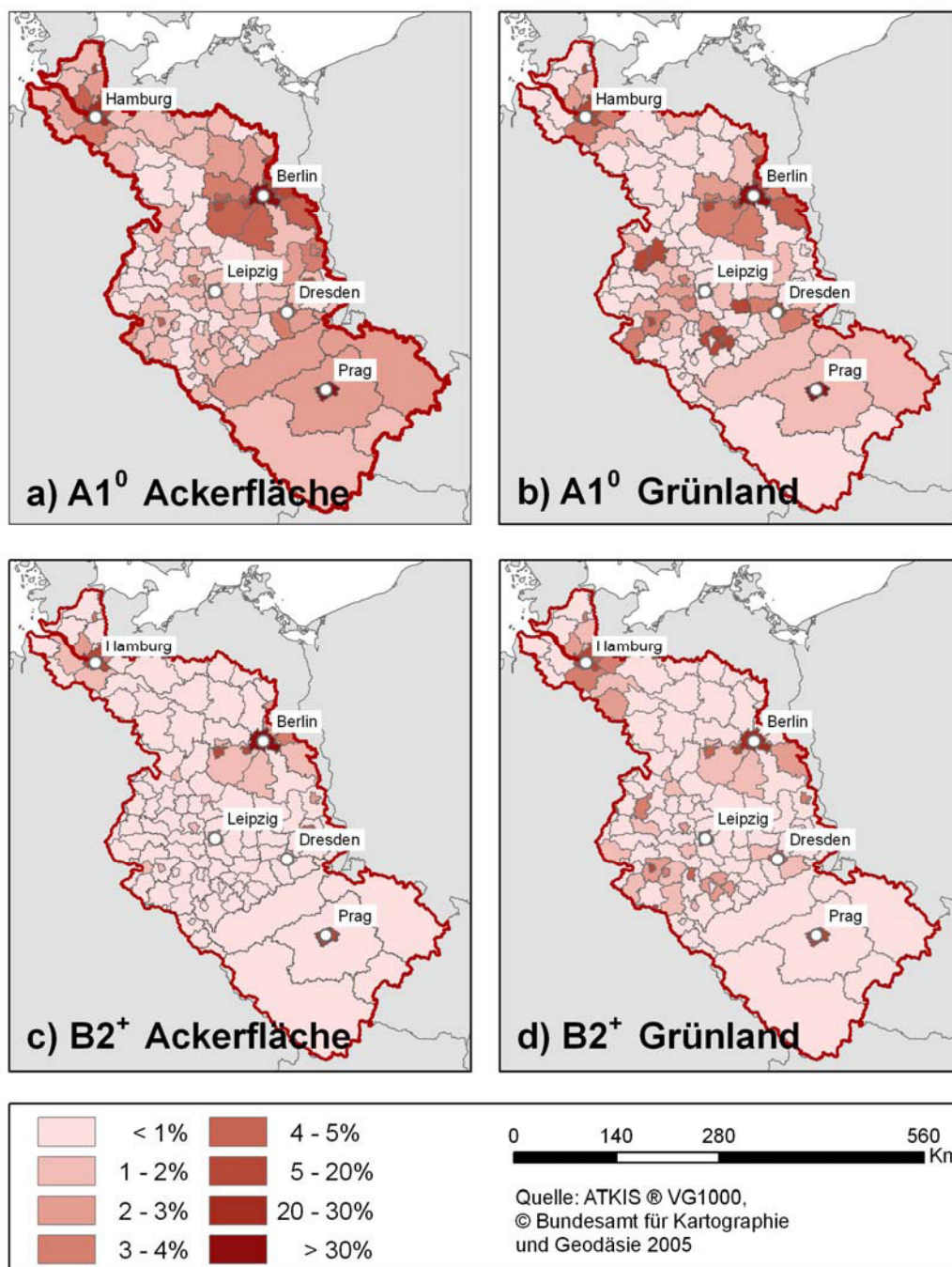


Abbildung 6: Verlust von landwirtschaftlicher Fläche im Zeitraum 2000 – 2020 in Kreisen (Deutschland) und NUTS2-Regionen (Tschechische Republik) am Beispiel zweier Entwicklungsrahmen im Elbeeinzugsgebiet

Vor allem im Entwicklungsrahmen A1⁰ wird der Nutzungsdruck, den die Siedlungsflächenentwicklung ausübt sehr deutlich. Am stärksten vom Rückgang landwirtschaftlicher Flächen sind die Kreise im Umland der Metropolen Berlin, Hamburg und Prag betroffen. Des Weiteren verzeichnen die Umlandkreise der großen kreisfreien Städte Verluste von Acker- und Grünland von 3-4%. Deutlich abgeschwächt, aber im regionalen Muster ähnlich, sieht die Entwicklung auch im Entwicklungsrahmen B2⁺ aus. Da die Abnahme landwirtschaftlicher Fläche direkt mit der Siedlungsflächenentwicklung gekoppelt ist und diese eine deutlich abge-

schwächte Dynamik im Entwicklungsrahmen B2⁺ aufweist, liegen die Verluste von Acker- und Grünland hier auch auf einem niedrigeren Niveau.

2.5.4 Diskussion

Mit der hier vorgestellten Methodik zur Berechnung der regionalen Raumannsprüche für Siedlungsflächen wurde der Einfluss der sozioökonomischen Entwicklung auf die Siedlungsflächenentwicklung detailliert dargestellt. Die flächenwirksamen Faktoren wurden durch die Verwendung der Haushalts- und Wohnungsprognose des BBR explizit berücksichtigt. Somit unterscheidet sich die vorliegende Arbeit von den Arbeiten von Reginster & Rounsevell 2006 oder Verburg et al. 2006, welche mit einfachen statistischen Ansätzen und der Bevölkerungsentwicklung als Einflussvariable die Wirkungskette der Siedlungsflächenentwicklung eher als Black Box darstellen.

Eine Validierung der Parametereinstellung für die Eignungskarten des Landnutzungsmodells anhand vergangener Entwicklungstrends ist im Elbeeinzugsgebiet nicht möglich. Die beobachteten Siedlungsflächenentwicklungen im Zeitraum 1990 – 2000 unterliegen einer Dynamik, die durch den politischen Umbruch und den damit einsetzenden Transformationsprozess verursacht wurden. Zu Beginn dieser Phase lagen beispielsweise keine raumordnerischen Planungen für das Untersuchungsgebiet vor. Diese sind erst Ende der 1990er Jahre entwickelt worden. Eine Fortschreibung dieser Trends der 1990er Jahre, sowohl der quantitativen Entwicklung von Siedlungsflächen als auch der räumlichen Allokation, ist somit mit der vorliegenden Datenbasis und unter Berücksichtigung der besonderen Entwicklungen nicht möglich.

Dadurch gestaltet sich aber auch eine Parametrisierung der Eignungskarten sehr schwierig. Es ist festzustellen dass, vor allem in den Raumordnungsregionen, die Berlin umgeben, innerhalb derer das Gefälle zwischen Urbanität und Ruralität sehr deutlich ausfällt, dieser Kontrast in der modellierten Siedlungsflächenentwicklung nicht wiedergegeben wird. Exemplarisch sei auf die starken Siedlungsflächenzuwächse in den ruralen Regionen Prignitz und Teltow-Fläming hingewiesen. In beiden Regionen grenzt die Raumordnungsregion auch an die Metropole Berlin. Daher sollten die Flächenentwicklungen in enger Nachbarschaft zur Metropole stattfinden. Mit den vorliegenden Eignungskarten konnte dies aber nicht erreicht werden. Der Raumannspruch der jeweiligen Raumordnungsregion wurde zu gleichmäßig auf das gesamte Gebiet verteilt, anstatt sich in urbaner Nachbarschaft Berlins zu konzentrieren. Siedlungsflächenentwicklungen werden in fast jeder Zelle simuliert. Der Siedlungsflächenanteil in diesen Zellen bleibt mit weniger als 1ha meist aber sehr klein. In aggregierter Form für Teileinzugsgebiete oder Gemeinden werden somit aber erhebliche Siedlungsflächenentwicklungen projiziert. Ziel ist es künftig diesen als „numerical diffusion“ oder „Gele vla“ bekannten Effekt durch die Überarbeitung der Ermittlung von Eignungskarten zu verhindern (de Regt 2001, Borsboom-van Beurden et al. 2002). Daher wird in folgenden Arbeiten die Eignungsbewertung auf einer empirischen Grundlage beruhen, indem mit Hilfe logistischer Regressionen der Einfluss einzelner Parameter auf die räumliche Verteilung der Siedlungsflächenentwicklung ermittelt wird. Das Schätzergebnis ließe sich anschließend direkt als Eignungskarte in den Land Use Scanner integrieren. Untersuchungen hierzu finden sich bei beispielsweise bei (Pontius Jr. & Batchu 2003, Loonen & Koomen 2006).

Quantitativ zeigen die vier betrachteten Entwicklungsrahmen deutliche Unterschiede. Zwischen den Globalisierungs- und Differenzierungsszenarien sind diese auf die verschiedene Bevölkerungs- und Wirtschaftsdynamik zurückzuführen. Die wirtschaftliche Entwicklung wurde implizit betrachtet, da die Verteilung der Bevölkerungsentwicklung mit der regionalen

Arbeitskräftenachfrage gekoppelt ist (Blazejczak et al. 2008, Kapitel 2.3). Das bedeutet, die von der wirtschaftlichen Entwicklung beeinflusste Arbeitskräftenachfrage drückt sich somit auch in der Bevölkerungsverteilung aus. Die Differenzierung der Entwicklungsrahmen mit unterschiedlicher umweltpolitischer Ausrichtung basiert darauf, in welchem Maße innerstädtischer Wohnungsleerstand wieder genutzt wird und inwieweit höhere Wohndichten realisiert werden. Trotz dieser Unterschiede treten in allen vier Entwicklungsrahmen kaum strukturelle Unterschiede auf. In allen Szenarien ergibt sich für die Metropolregionen eine herausragende Stellung mit enormen Zuwächsen an Siedlungsfläche.

Im Vergleich zum täglichen Flächenverbrauch, den das Statistische Bundesamt, basierend auf dem Liegenschaftskataster, jährlich für Deutschland veröffentlicht, folgt der Entwicklungsrahmen A1⁰ dem derzeitigen Trend von rund 120ha täglich bezogen auf gesamt Deutschland. Lediglich die Entwicklungsrahmen mit verstärkter Umweltorientierung erreichen eine Absenkung des täglichen Flächenverbrauchs auf den politisch gewünschten Wert von 30ha pro Tag bis zum Jahr 2020 (Rat für Nachhaltige Entwicklung 2004).

Ein direkter Vergleich der Ergebnisse zu anderen Arbeiten ist nicht möglich, da auf dieser räumlichen Ebene bisher keine Landnutzungsszenarien für das Elbeeinzugsgebiet existieren. Die vorhandenen Arbeiten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Fragestellung, verwendeten Methodik, räumlichen und temporalen Skala. (Dosch & Beckmann 1999, Ströbl et al. 2003, Reginster & Rounsevell 2006, Verburg et al. 2006). Auch die in allen erwähnten Studien verwendeten Szenarien stimmen nicht vollständig überein. Trotzdem wird im Folgenden unter Berücksichtigung der Unterschiede in den Arbeiten eine grobe Einordnung der erzielten Ergebnisse zu diesen Studien vorgenommen.

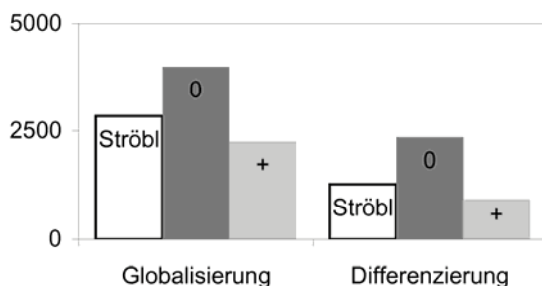


Abbildung 7: Zunahme der Siedlungsflächen von 2000 bis 2015 in Berlin in Hektar (Quelle: Ströbl 2003 und eigene Berechnungen)

Ströbl et al. (2003) betrachtet den engeren Verflechtungsraum Berlin mit einem Zeithorizont bis 2015. Obwohl eine andere Bevölkerungsprojektion zu Grunde liegt und die Ergebnisse der vorliegenden Studie zum Jahr 2015 interpoliert werden müssen, zeigt sich, dass die Ergebnisse dieser Studie mit den hier vorgestellten in einer Größenordnung liegen (Abbildung 7).

Dosch & Beckmann (1999) haben Veränderungsdaten des heutigen Siedlungsflächenverbrauchs nicht räumlich explizit, sondern aggregiert nach Regionstypen und lediglich bis zum Jahr 2010 prognostiziert. Es zeigt sich jedoch, dass die Entwicklungsrichtung zwischen beiden Studien für die jeweiligen Szenarien gleich ist. Das bedeutet, dass sich in den Globalisierungsszenarien die Dynamik des Flächenverbrauchs regional differenziert weiter erhöhen wird während in den Differenzierungsszenarien die Dynamik abgeschwächt wird und somit die Zunahme von Siedlungsfläche langsamer verläuft.

Auch Verburg et al. (2006) gibt nur aggregierte Werte für die Entwicklung der urbanen Flächen für den gesamten europäischen Raum an. Diese Werte lassen sich nicht direkt in die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit einordnen, da die Studie von Verburg et al. (2006) ganz Europa umfasst und somit auf einer anderen räumlichen Ebene stattfindet als die vorliegende Arbeit. Die flächenwirksamsten Einflussfaktoren können sich daher erheblich voneinander unterscheiden. Reginster & Rounsevell (2006) arbeiten ebenfalls räumlich explizit, verwenden aber ein stark vereinfachtes statistisches Modell zur Berechnung urbaner Raumansprüche, welches keine Veränderungen im Haushaltsbildungsverhalten und in den Wohnpräferenzen berücksichtigt. Daher liegt der Zuwachs urbaner Fläche, bis zum Jahr 2020 mit 6,14% im Globalisierungsszenario und 3,86% im Differenzierungsszenario auch deutlich unter den hier vorgestellten Ergebnissen (Abbildung 2).

Die vorgestellten Ergebnisse werden im Rahmen des Projektes GLOWA-Elbe auf die für den Wasserhaushalt relevanten Einheiten der Teileinzugsgebiete und Gemeinden, als Teile von Wasserver- und -entsorgungsverbänden, aggregiert. Auf Grund der regional unterschiedlichen Bevölkerungsentwicklung sinken in großen Teilen des Einzugsgebiets auch die Bevölkerungsdichten. Besonders betroffen scheinen die Gebiete zu sein, die auch in der Vergangenheit starke Bevölkerungsverluste zu verzeichnen hatten. Entsprechend der Siedlungsflächenzunahme nimmt auch die versiegelte Fläche weiterhin zu. Vor allem in den dünn besiedelten Neubaugebieten ist zu erwarten, dass die versiegelte Fläche pro Kopf zunimmt. Die Einflüsse auf die Wasserinfrastruktur, Gewässergüte und die Wassernachfrage der Haushalte wird in den folgenden Kapiteln diskutiert.

2.5.5 Literatur

- Agarwal C, Green GM, Grove JM, Evans TP, Schweik CM (2000) A Review and Assessment of Land-Use Change Models. Dynamics of Space, Time, and Human Choice. CIPEC Collaborative Report Series No. 1, Center for the Study of Institutions Population, and Environmental Change, Bloomington
- Alig RJ, Healy RG (1987) Urban and Built-Up Land Area Changes in the United States: An Empirical Investigation of Determinants. *Land Economics* 63:215-226
- Allen J, Lu K (2003) Modeling and Prediction of Future Urban Growth in the Charleston Region of South Carolina: a GIS-based Integrated Approach. *Conservation Ecology* 8 URL: <http://www.consecol.org/vol8/iss2/art2>
- ATKIS® DLM1000, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2002
- ATKIS® VG1000, © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2005
- Baba L, Kemper J, Schwedt A (2007) Regionale Siedlungsflächenentwicklung in den neuen Bundesländern auf Basis von Prognosen der Bau- und Immobilienwirtschaft, Forschungen 123. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn
- Barredo JI, Kasanko M, McCormick N, Lavalle C (2003) Modelling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through cellular automata. *Landscape and Urban Planning* 64:145-160
- Betzholz T, Wöllper F, La Placa G (2005) Der Flächenverbrauch in Baden-Württemberg und seine wichtigsten Bestimmungsgründe. Eine Analyse unter besonderer Berücksichtigung des demographischen Wandels. *Statistische Analysen* 7/2005, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart
- Blazejczak J, Gornig M, Schulz E, Schäpel C (2008) Szenarien zur Demographie und Ökonomie in der Elbe-Region. In: Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet – Risiken und Optionen. Schlussbericht zum BMBF-Vorhaben GLOWA-Elbe II, Kapitel 2.3
- Bogner D, Bartl K (2001) Modell zur Prognose der Ausbreitung von Siedlungen im Bereich urbaner Zentren. CORP. CORP - Competence Center for Urban and Regional Development, Wien, p 415-418
- Borsboom-van Beurden J, de Regt W, Schotten K (2002) Land Use Scanner: the continuous cycle of application, evaluation and improvement in land use modelling 42nd congress of the European Regional Science Association August 27th-31st 2002, Dortmund, Germany

- Briassoulis H (2000) Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches, Lesvos URL: <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>
- Brouwer J, Mattemaker L, Heida H (2002) Ruimtevaag wonen, werken en voorzieningen herberekend. Verkenning 2000-2030 voor deel 3 van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening, ABF Research, Delft
- Buchert M, Fritsche U, Jenseit W, Rausch L, Deilmann C, Siedentop S, Lipkow A (2004) Nachhaltigs Bauen und Wohnen in Deutschland. Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung - Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich "Öffentliche Infrastruktur". Texte 01/04, Berlin
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (1996) Raumordnungsprognose 2010. Teilbereiche: Private Haushalte, Wohnungen, Wohnbauland. Materialien zur Raumentwicklung 74
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2001) Wohnungsprognose 2015. Berichte 10, Bonn
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2003) Demographischer Wandel und Infrastruktur im ländlichen Raum - von europäischen Erfahrungen lernen? Informationen zur Raumentwicklung 12
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2006) Raumordnungsprognose 2020/2050, Berichte 23, Bonn
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2007) INKAR 2006 - Indikatoren, Karten und Graphiken zur Raum- und Stadtentwicklung in Deutschland und in Europa
- Clarke LKC, Gaydos J (1998) Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. International Journal of Geographical Information Science 12:699-714
- Conradt T, Hattermann F, Wechsung F (2008) Simulation von räumlich differenzierten Abflußangebotsszenarien und landwirtschaftlichen Ertragspotentialen für das Elbegebiet mit dem ökohydrologischen Modell SWIM. In: Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet – Risiken und Optionen. Schlussbericht zum BMBF-Vorhaben GLOWA-Elbe II, Kapitel 2.2
- CORINE Land Cover; Umweltbundesamt, DLR-DFD 2004
- CORINE Land Cover; Umweltbundesamt, Statistisches Bundesamt 1997
- Czech Statistical Office (2006) Statistical Yearbook of the Czech Republic 2006
- de Nijs TCM, de Niet R, Crommentuijn L (2004) Constructing land-use maps of the Netherlands in 2030. Journal of Environmental Management 72:35-42
- de Nijs TCM, Engelen G, White R, van Delden H, Uljee I (2001) De LeefOmgevingsVerkenner. Technische Documentatie. RIVM rapport, Report No. 408505 007/2001, RIVM, Bilthoven
- de Nijs TCM, Kuiper R, Crommentuijn L (2005) Het landgebruik in 2030. Een projectie van de Nota Ruimte. 711931010/2005, Milieu en Natuurplanbureau, Bilthoven
- de Regt W (2001) Gele cla of chocoladevlokken? Numerieke diffusie in gridkaarten van toekomstig grondgebruik. RIVM rapport 550003001/2001, RIVM, Bilthoven
- Dekkers JEC (2005) Grondprijzen, geschiktheidskaarten en parameterinstelling in de RuimteScanner. Technisch achtergrondrapport bij Ruimtelijke Beelden. 550016005/2005, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven
- Dekkers JEC, Koomen E (2007) Land-use simulation for water management. Application of the Land Use Scanner in two large-scale scenario studies. In: Koomen E, Stillwell J, Bakema A, Scholten HJ (eds) Modelling Land-Use Change. Progress and Application, Vol 90, Dordrecht
- Dendoncker N, Bogaert P, Rounsevell M (2005) Empirically derived suitability maps to downscale aggregated land use data. 45th Congress of the European Regional Science Association, Amsterdam
- Der Wirtschaftsminister des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Landesplanungsbehörde (1993) Erstes Landesraumordnungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin
- Digital Charts of the World (2005) URL: <http://www.maproom.psu.edu/dcw/>, download erfolgte am 01.07.05
- Dosch F, Beckmann G (1999) Trends und Szenarien der Siedlungsflächenentwicklung bis 2010. In: Strubelt W, Gatzweiler H-P, Kaltenbrunner R (eds) Perspektiven der künftigen Raum- und Siedlungsentwicklung, Informationen zur Raumentwicklung 11/12. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn, p 827-842
- Engelen G, White R, Uljee I (2002) The Murbandy and Moland models for Dublin, Research Institute for Knowledge Systems BV, Maastricht
- Fritsch U (2002) Entwicklung von Landnutzungsszenarien für landschaftsökologische Fragestellungen. Dissertation, Universität Potsdam

- Gornig M, Görzig B, Schulz E (1999) Perspektiven der Beschäftigungs- und Bevölkerungsentwicklung in Deutschland und in den Bundesländern. Modellrechnungen des DIW bis zum Jahr 2010. In: Strubelt W, Gatzweiler H-P, Kaltenbrunner R (eds) Perspektiven der künftigen Raum- und Siedlungsentwicklung, Informationen zur Raumentwicklung 11/12. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn, p 711-721
- Hartje V, Ansmann T, Blazejczak J, Gömann H, Gornig M, Grossmann M, Hillenbrand T, Hoymann J, Kreins P, Mutafoğlu K, Richmann A, Sartorius C, Schulz E, Walz R (2008) Szenarioanalyse der Regionalisierung der Antriebskräfte und des Nutzungsdrucks des globalen Wandels in einem mittleren Einzugsgebiet. In: Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet – Risiken und Optionen. Schlussbericht zum BMBF-Vorhaben GLOWA-Elbe II, Kapitel 2
- Heida H (2002) PRIMOS: Prognosemodel voor bevolking, huishoudens en woningbehoefte 23256/211, ABF Research, Delft
- Hilferink M, Rietveld P (1999) LAND USE SCANNER: An integrated GIS based model for long term projections of land use in urban and rural areas. *Journal of Geographic Information Systems* 1:155-177
- Houet T, Hubert-Moy L (2006) Modelling and Projecting Land-Use and Land-Cover Changes With A Cellular Automaton in Considering Landscape Trajectories: An Improvement for Simulation of Plausible Future States. *EARSeL* 5: 63-76
- International Centre for Tropical Agriculture (CIAT) (2004) SRTM data V3
- Koomen E, Buurman J (2002) Economic Theory and Land Prices in Land Use Modeling. 5th AGILE Conference on Geographic Information Science, Palma (Balearic Islands Spain) April 25th-27th 2002, Palma, Spain
- Koomen E, Groen J (2004) Evaluating future urbanisation patterns in the Netherlands. 44th Congress of the European Regional Science Association, Porto, Portugal
- Kuhlman T, Tabeau A, Gaaß A, van Tongeren F, Dekkers JEC (2005) Linking models in land use simulation: Application of the Land Use Scanner to changes in agricultural area. 45th Congress of the European Regional Science Association, Vrije Universiteit Amsterdam
- Landis JD (1994) The California Urban Model: A New Generation of Metropolitan Simulation Models. *Environment and Planning B: Planning and Design* 21:399-420
- Landis JD, Zhang M (1998a) The second generation of the California urban futures model. Part 1: Model logic and theory. *Environment and Planning B: Planning and Design* 25:657-666
- Landis JD, Zhang M (1998b) The second generation of the California urban futures model. Part 2: Specification and calibration results of the land-use change submodel. *Environment and Planning B: Planning and Design* 25:795-824
- Lavalle C, Barredo JJ, McCormick N, Engelen G, White R, Uljee I (2004) The MOLAND model for urban and regional growth forecast. A tool for the definition of sustainable development paths. EUR 21480 EN
- Loonen W, Koomen E (2006) Calibration and validation of the Land Use Scanner allocation algorithms. MNP Report, Bilthoven
- Lorenz U, Penn-Bressel G (2006) Ökologie in Zahlen: Das Umwelt-Barometer Deutschland - Schwerpunktthema "Flächeninanspruchnahme". In: Altner G, Leitschuh-Fecht H, Michelsen von Beck G (eds) Jahrbuch Ökologie. Beck'sche Reihe, München, p 258-268
- Ministerium für Bau und Verkehr des Freistaates Thüringen (2004) Landesentwicklungsplan 2004. Erfurt
- Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt (1999) Landesentwicklungsplan Sachsen-Anhalt. Magdeburg
- Nakicenovic N, Swart R (eds) (2000) Special Report Emissions Scenarios. IPCC, Cambridge
- Peckol L, Erickson M (2000) Central Puget Sound Region, Washington: Study of Industrial Land Supply and Demand. In: Vernez Moudon A, Hubner M (eds) Monitoring Land Supply with Geographic Information Systems. Theory, Practice, and Parcel-Based Approaches. New York, p 123-146
- Penn-Bressel G (2003) Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr. Materialienband, Texte 09/03, Umweltbundesamt, Berlin
- Pontius Jr. RG, Batchu K (2003) Using the Relative Operating Characteristic to Quantify Certainty in Prediction of Location of Land Cover Change in India. *Transactions in GIS* 7:467-484
- Rat für Nachhaltige Entwicklung (2004) Mehr Wert für die Fläche: Das "Ziel-30-ha" für die Nachhaltigkeit in Stadt und Land.

- Reginster I, Rounsevell M (2006) Scenarios of future urban land use in Europe. *Environment and Planning B: Planning and Design* 33:619-636
- Regionaler Planungsverband Chemnitz-Erzgebirge (2002) Regionalplan Chemnitz-Erzgebirge. Chemnitz
- Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterggebirge (2001) Regionalplan Oberes Elbtal/Osterggebirge. Radebeul
- Regionaler Planungsverband Oberlausitz-Niederschlesien (2002) Regionalplan Oberlausitz-Niederschlesien. Bautzen
- Regionaler Planungsverband Südwestsachsen (2007) Regionalplan Südwestsachsen. Plauen
- Regionaler Planungsverband Westsachsen (2001) Regionalplan Westsachsen. Leipzig
- Sächsisches Staatsministerium des Innern (2003) Landesentwicklungsplan Sachsen. Dresden
- Schiller G, Siedentop S (2005) Infrastrukturfolgekosten der Siedlungsentwicklung unter Schrumpfungsbedingungen. *DISP - Urban Sprawl* 160:83-93
- Schmelter H (2006) Waldmehrung im Elbeeinzugsgebiet. Entwicklung & Analyse forstpolitischer Szenarien. Diplomarbeit, Technische Universität Berlin
- Schotten CGJ, Goetgeluk R, Hilferink M, Rietveld P, Scholten HJ (2001) Residential construction, land use and the environment. Simulations for the Netherlands using a GIS-based land use model. *Environmental Modeling and Assessment* 6:133-143
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin und Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung (2003) Gemeinsames Landesentwicklungsprogramm der Länder Berlin und Brandenburg.
- Seto KC, Kaufmann RK (2003) Modeling the Drivers of Urban Land Use Change in the Pearl River Delta, China: Integrating Remote Sensing with Socioeconomic Data. *Land Economics* 79:106-121
- Smits PC, Annoni A (1999) Spatial Analysis of land Use Changes as Knowledge Tools in Support of European Spatial Policies and Ecosystem Health. *Ecosystem health* 5:275-584
- Solecki WD, Oliveri C (2004) Downscaling climate change scenarios in an urban land use change model. *Journal of Environmental Management* 72:105-115
- Statistische Ämter des Bundes und des Landes (2003): Statistik regional. Wiesbaden
- Statistische Ämter des Bundes und des Landes (2006): Statistik lokal. Wiesbaden
- Statistische Ämter des Bundes und des Landes (2006): Statistik regional. Wiesbaden
- Statistische Ämter des Bundes und des Landes (2003): Statistik lokal. Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2004) Siedlungs- und Verkehrsfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. Erläuterungen und Eckzahlen 2004. Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung Fachserie 3 / Reihe 5.1
- Statistisches Bundesamt (2007) Siedlungs- und Verkehrsfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. Erläuterungen und Eckzahlen 2006, Wiesbaden
- Ströbl B, Wenzel V, Pfützner B (2003) Simulation der Siedlungsflächenentwicklung als Teil des Globalen Wandels und ihr Einfluß auf den Wasserhaushalt im Großraum Berlin, PIK-Report 82, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Potsdam
- van Wissen L, Huismann C (2001) Demography, Economy and Urbanization: A Demo-Economic Regional Simulation Model. In: Stillwell J, Scholten HJ (eds) *Land Use Simulation for Europe*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p 143-158
- Veldkamp A, Fresco LO (1996) CLUE-CR: An integrated multi-scale model to simulate land use change scenarios in Costa Rica. *Ecological Modelling* 91:231-248
- Verburg PH, de Koning GHJ, Kok K, Veldkamp A, Priess J (2001) The CLUE Modelling Framework: An Integrated Model for the Analysis of Land Use Change. In: Singh RB, Fox J, Himiyama Y (eds) *Land Use and Cover Change*. Science Publishers, Enfield, p 11-25
- Verburg PH, Schot P, Dijst MJ, Veldkamp A (2004) Land use change modelling: current practice and research priorities. *GeoJournal* 61:309-324
- Verburg PH, Schulp CJE, Witte N, Veldkamp A (2006) Downscaling of land use change scenarios to assess the dynamics of European landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114:39-56
- Verburg PH, Veldkamp A, Fresco LO (1999) Simulation of changes in the spatial pattern of land use in China. *Applied Geography* 19:211-233

Waddell P (2000) A behavioral simulation model for metropolitan policy analysis and planning: residential location and housing market components of UrbanSim. *Environment and Planning B: Planning and Design* 27:247-263

Wagtendonk AJ, Rietveld P (2000) Ruimtelijke ontwikkelingen woningbouw Nederland 1980-1995. Een historisch-kwantitatieve analyse van de ruimtelijke ontwikkelingen in de woningbouw 1980 - 1995 ter ondersteuning van de Omgevings-effectrapportage Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening

Walesh SG (1989) *Urban Surface Water Management*, Vol. John Wiley & Sons, New York

White R, Engelen G (1997) Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional modelling. *Environment and Planning B: Planning and Design* 24:235-246

White R, Engelen G (2000) High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems. *Computers, Environment and Urban Systems*. 24:383-400

White R, Engelen G, Uljee I (1997) The use of constrained cellular automata for high-resolution modelling of urban land-use dynamics. *Environment and Planning B: Planning and Design* 24:323-343

White R, Engelen G, Uljee I (2000) Modelling Land Use Change with Linked Cellular Automata and Socioeconomic Models: A Tool for Exploring the Impact of Climate Change on the Island of St. Lucia. In: Hill MJ, Aspinall RJ (eds) *Spatial Information For Land Use Management*. Gordon and Breach Science Publishers, p 189-204

White R, Engelen G, Uljee I, Lavallo C, Erlich D (1999) Developing an Urban Land Use Simulator for European Cities. 5th EC-GIS Workshop, Italy, p 179-190

Zentrum für Regionalentwicklung der Tschechischen Republik (2006a) Integriertes regionales Informationssystem

Zentrum für Regionalentwicklung der Tschechischen Republik (2006b) Kartenserver des Zentrums für Regionalentwicklung der Tschechischen Republik

2.5.6 Anhang zu Kapitel 2.4

Übersicht zur Zusammenfassung der Corine-Landcover Klassen im Land Use Scanner

Code	Level1	Level2	Level3	Land Use Scanner	
111	Artificial surfaces	Urban fabric	Continuous urban fabric	Residential I	
112			Discontinuous urban fabric	Residential II	
121		Industrial, commercial and transport units	Industrial or commercial units	Industrial	
122			Road and rail networks and associated land	Infrastructure	
123			Port areas		
124			Airports		
131		Mine, dump and construction sites	Mineral extraction sites	opencast mines	
132			Dump sites		
133			Construction sites		
141		Artificial, non-agricultural vegetated areas	Green urban areas	Recreation	
142			Sport and leisure facilities		
211		Agricultural areas	Arable land	Non-irrigated arable land	Cropland
212				Permanently irrigated land	

Code	Level1	Level2	Level3	Land Use Scanner		
221		Permanent crops	Vineyards			
222			Fruit trees and berry plantations			
231		Pastures	Pastures		Pasture	
242		Heterogeneous agricultural areas	Complex cultivation patterns		Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	Cropland
243						
311	Forest and semi natural areas	Forests	Broad-leaved forest	Nature_Forest		
312			Coniferous forest			
313			Mixed forest			
321		Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Natural grasslands	Nature_Open		
322					Moors and heathland	
324					Transitional woodland-shrub	
331		Open spaces with little or no vegetation	Beaches, dunes, sands	Nature_Open		
333					Sparsely vegetated areas	
411		Wetlands	Inland wetlands	Inland marshes	Wetlands	
412				Peat bogs		
421	Maritime wetlands		Salt marshes			
423			Intertidal flats			
511	Water bodies	Inland waters	Water courses	Water		
512			Water bodies			
522		Marine waters	Estuaries			
523			Sea and ocean			
999	NODATA	NODATA	NODATA			

Peckol L, Erickson M (2000) Central Puget Sound Region, Washington: Study of Industrial Land Supply and Demand. In: Vernez Moudon A, Hubner M (eds) Monitoring Land Supply with Geographic Information Systems. Theory, Practice, and Parcel-Based Approaches., New York, p 123 - 146