

Andreas Rienow

**Räumlich explizite Modellierung der
Flächenversiegelung in der Region
Bonn/Rhein-Sieg auf Basis von
multispektralen Satellitendaten**

Magisterarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2009 GRIN Verlag
ISBN: 9783640596546

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/148174>

Andreas Rienow

Räumlich explizite Modellierung der Flächenversiegelung in der Region Bonn/Rhein-Sieg auf Basis von multispektralen Satellitendaten

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

**Räumlich explizite Modellierung der Flächenversiegelung in der Region
Bonn/ Rhein-Sieg auf der Basis von multispektralen Satellitendaten**

Magisterarbeit
zur Erlangung des Grades eines
Magister Artium M.A.

vorgelegt
der
Philosophischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

von
Andreas Rienow
aus
Moers

Inhaltsverzeichnis

	Abbildungsverzeichnis	5
	Tabellenverzeichnis	6
	Abkürzungsverzeichnis	7
1	Einführung	11
1.1	Hintergrund und Problemlage	11
1.2	Ziele und Gliederung der Arbeit	14
2	Facetten des Landbedeckungs- und Landnutzungswandels	18
2.1	Das Untersuchungsobjekt – Land als System	18
2.2	Landbedeckung, Landnutzung oder Landfunktion?	19
2.3	Kategorisierung des Landbedeckungs- und Landnutzungswandels	21
2.4	Ursachen und Steuerungskräfte	23
2.5	Auf dem Weg zu einer Landsystemforschung – Theorien und Denkmuster	25
2.6	Modellierung als Erkenntnismöglichkeit	27
2.7	Die Rolle der Fernerkundung	30
3	Flächenversiegelung und Flächenverbrauch – Muster, Prozesse und Folgen	33
3.1	Flächenverbrauch und Flächenversiegelung	33
3.2	Die Verstädterung als ubiquitärer Prozess	36
3.3	Ursachen und Antriebskräfte von Flächenversiegelung und Flächenverbrauch	39
3.4	Geoökologische und sozioökonomische Folgen	43
3.5	Die Fernerkundung und der urbane Raum	46
4	Die Untersuchungsregion – die Bundesstadt Bonn und der Rhein-Sieg-Kreis	52
4.1	Geoökologische Grundlagen und naturräumliches Muster	53
4.2	Funktionale Verflechtungen	57
4.3	Historische Entwicklung der Siedlungsstruktur	58
4.4	Der Hauptstadtverlust – Veränderte Rahmenbedingungen?	61
4.5	Demographischer Wandel in einer Wachstumsregion?	63
5	Komponenten der Modellierung – Modell, Modellierungsplattform und Rasterdaten	66
5.1	Das räumlich explizite Modell – CLUE-S	66
5.1.1	Allgemeine Modellstruktur	66
5.1.2	Das räumliche Modul – Logistische Regression	68
5.1.3	Dummies, Multikollinearität und Räumliche Autokorrelation	73
5.1.4	Das räumliche Modul – Nachbarschaftsbeziehungen	76

5.1.5	Modellparameter von CLUE-S	78
5.1.6	Der Allokationsprozess von CLUE-S	80
5.2	Die Modellierungsplattform - XULU	82
5.3	Die Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten CORINE Land Cover - Landnutzung mit Aspekten von	84
5.3.1	Landbedeckung	85
5.3.2	Das NRW-Flächennutzungsprojekt – Landbedeckung mit Aspekten der Landnutzung	89
5.3.3	Standardisierung der CORINE-Landoberflächendaten	92
5.3.4	Standardisierung von NRW-Pro – Klassifikation einer Landsat-Szene	94
5.3.4.1	<i>Radiometrische Normalisierung</i>	96
5.3.4.2	<i>Wissensbasierte ISODATA-Klassifikationen</i>	98
5.3.4.3	<i>Differenzierung der Versiegelungsgrade mit dem NDVI</i>	99
5.3.4.4	<i>Abschluss der Klassifikation und Accuracy Assessment</i>	100
5.4	Die „Pixelisierung“ der Antriebskräfte	103
6	Räumlich explizite Modellierung der Flächenversiegelung	108
6.1	Output des räumlichen Moduls	108
6.1.1	Auswahl und Aufbereitung der Antriebsfaktoren für die logistische Regressionsanalyse	108
6.1.2	Validierung der logistischen Regressionsmodelle	111
6.1.3	Effektstärken der Antriebsfaktoren	113
6.1.4	Das Produkt des räumlichen Moduls – Wahrscheinlichkeitskarten	120
6.2	Parametrisierung von CLUE-S	124
6.2.1	Output des nicht-räumlichen Moduls – der Bedarf	124
6.2.2	Parametereinstellungen von CLUE-S	126
6.3	Erste Ergebnisse und Validierung des Modells	129
6.4	Modellprognosen für das zukünftige Flächenversiegelungsmuster der Region Bonn/ Rhein-Sieg	135
6.4.1	Das zukünftige Flächenversiegelungsmuster – Nachhaltigkeit vs. Prosperität?	135
6.4.2	Eine Zukunft, drei Szenarien	137
6.4.3	Ballungsraum vs. ländlicher Raum	142
6.4.4	Regionalplan vs. Modellierung	145
6.4.5	Landsat-Klassifikation vs. CORINE Land Cover	148
7	Schlussbemerkung	153
7.1	Rückblick	153
7.2	Ausblick	155
8	Literaturverzeichnis	158

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Ablauf der Modellierung und verwendete Software	16
Abbildung 2	Beziehung zwischen Bedeckung, Nutzung und Funktion einer Landparzelle	21
Abbildung 3	Stellung der Landnutzungssysteme innerhalb des Landsystems	23
Abbildung 4	Modelle zur Siedlungsstruktur und Interaktionsmuster von historischen Verstädterungsphasen	36
Abbildung 5	Modelle zum Veränderungsmuster urbanisierter Dörfer	38
Abbildung 6	Ein Beispiel für die Zerschneidung der Landschaft allein durch Straßen (Flandern)	46
Abbildung 7	<i>Subset</i> der Stadt Paderborn aufgenommen aus Fernerkundungssystemen mit verschiedenen geometrischen Auflösungen	47
Abbildung 8	Veränderung in der V-I-S Zusammensetzung bei der Verstädterung einer Region	49
Abbildung 9	Administrative Gliederung der Untersuchungsregion	52
Abbildung 10	Kulturlandschaften im Süden Nordrhein-Westfalens	53
Abbildung 11	Landbedeckung und Landnutzung der Region Bonn/Rhein-Sieg 2005	55
Abbildung 12	Zunahme der versiegelten Flächen zwischen 1975 und 2005 in der Region Bonn/Rhein-Sieg	60
Abbildung 13	Repräsentation von Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten in CLUE und CLUE-S	66
Abbildung 14	Modellstruktur von CLUE-S	67
Abbildung 15	Graph der linearen und der logistischen Regressionsfunktion	70
Abbildung 16	ROC-Kurve für das logistische Regressionsmodell der Klasse „mittlerer Versiegelungsgrad“	73
Abbildung 17	Visualisierung von positiver, keiner und negativer räumlicher Autokorrelation anhand eines 13x13 Rasters	75
Abbildung 18	Darstellung des iterativen Allokationsprozesses von CLUE-S	81
Abbildung 19	Struktur der XULU-Modellierungsplattform	83
Abbildung 20	Graphische Darstellung des Modellierungsablauf und der Rolle des XULU-Datenpools	84
Abbildung 21	Beispiel für die Erfassung der Entität „Discontinuous urban fabric“	87
Abbildung 22	Beispiel für die potentielle räumliche Generalisierung von Grünflächen	87

	und urbanen Flächen, bei Unterschreitung der vorgegebenen Mindestgröße	
Abbildung 23	Die Untersuchungsregion 1990 im CORINE LC-Datensatz vor und nach der Standardisierung	93
Abbildung 24	Klassifikationsablauf der Landsat-Szene vom 25.5. 1989	95
Abbildung 25	Dateninput: Zielbild (Landsat 1989) und Referenzbild (Landsat 1984). Datenoutput: Landsat 1989 radiometrisch normalisiert	97
Abbildung 26	Streudiagramm zweier Spektralkanäle zur graphischen Darstellung der iterativen <i>Cluster-Zuweisung</i>	98
Abbildung 27	Zusammensetzung und Endprodukt der Klassifikation eines Landsat-Bildes der Region Bonn/ Rhein-Sieg	101
Abbildung 28	Für die Untersuchung erzeugte Rasterdatensätze von im Modell eingeflossenen Antriebsfaktoren.	106
Abbildung 29	<i>Inter-Quartil-Range-Plots</i> des logistischen Regressionsmodells zur Landbedeckung „hoher Versiegelungsgrad“	114
Abbildung 30	<i>Inter-Quartil-Range-Plots</i> des logistischen Regressionsmodells zur Landbedeckung „mittlerer Versiegelungsgrad“	115
Abbildung 31	<i>Inter-Quartil-Range-Plots</i> des logistischen Regressionsmodells zur Landbedeckung „geringer Versiegelungsgrad“	116
Abbildung 32	<i>Inter-Quartil-Range-Plots</i> des logistischen Regressionsmodells zur Landbedeckung „ <i>urban fabric</i> “	117
Abbildung 33	<i>Inter-Quartil-Range-Plots</i> des logistischen Regressionsmodells zur Landnutzung „ <i>industrial and traffic areas</i> “	118
Abbildung 34	Antriebskräfte- und Nachbarschaftswahrscheinlichkeitskarten der Klasse „mittlerer Versiegelungsgrad“ und „ <i>urban fabric</i> “	121
Abbildung 35	Gesamtwahrscheinlichkeitskarten der Landbedeckungs- und Landnutzungsklassen „hoher“, „mittlerer“ und „geringer“ Versiegelungsgrad sowie „ <i>urban fabric</i> “ und „ <i>industrial and traffic areas</i> “	123
Abbildung 36	Quantitative Änderung der urbanen Landbedeckungs- und Landnutzungsklassen und der Freiflächen in der Region Bonn/ Rhein-Sieg	125
Abbildung 37	Naturschutzgebiete der Region Bonn/ Rhein-Sieg als Restriktionsdatensatz für CLUE-S	128
Abbildung 38	Modellergebnisse für die eigene Landsat-Klassifikation und CORINE LC im Vergleich zu den Validierungsdatensätzen für das Jahr 2001	130

	bzw. 2000	
Abbildung 39	<i>Fuzzy-Kappa</i> -Werte für das NRW-Pro-Modell und das CORINE-Modell	131
Abbildung 40	<i>Fuzzy-Kappa</i> -Werte für die binären Datensätze von NRW-Pro und CORINE	132
Abbildung 41	<i>Multiple resolution validation</i> des auf der Landsat-Klassifikation beruhenden Modells (rot = geringe, grün = hohe Übereinstimmung)	133
Abbildung 42	Ergebnisse der <i>multiple resolution validation</i> der Modelle für NRW-Pro und CORINE	134
Abbildung 43	Zuwachs der urbanen Gesamtfläche in der Regionen Bonn/ Rhein-Sieg anhand der Szenarien 1 und 2 für das NRW-Pro-Modell und CORINE	140
Abbildung 44	Ergebnisse der Modellierungsprognose des Landoberflächenmusters der Region Bonn/ Rhein-Sieg für das Jahr 2025 des NRW-Pro-Modells und des CORINE-Modelles	141
Abbildung 45	Ausgangsdatensätze und Simulationsergebnisse für das Ballungsgebiet und den ländlichen Raum des NRW-Pro-Modells und des CORINE-Modells	143
Abbildung 46	Raten des Flächenverbrauchs für beide Gebietstypen und beide Modelle der Szenarien 1 und 2	144
Abbildung 47	Versiegelte Flächen der NRW-Pro- und CORINE-Simulation für das Jahr 2025 und der Regionalplan der Region Bonn/ Rhein-Sieg (unten)	147
Abbildung 48	Die Klassen „geringer Versiegelungsgrad“ und „complex cultivation pattern“ im jeweils anderen Modell als binärer Datensatz („versiegelt“ und „unversiegelt“)	149
Abbildung 49	Differenzkarten der beiden Modelle auf Basis der versiegelten Flächen von Szenario 1 und Szenario 2	150

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Beispiel für die CORINE-Nomenklatur anhand der Klasse „Künstliche Oberflächen“	88
Tabelle 2	Technische und thematische Eigenschaften der beiden Landoberflächendatensätze und angestrebter Standard	92
Tabelle 3	Eigenschaften der klassifizierten Landsat-Szene	96
Tabelle 4	Kreuztabelle mit den Ergebnissen des <i>accuracy assessments</i>	102
Tabelle 5	Ausschnitt aus der Korrelationsmatrix der Antriebsfaktoren für die Landbedeckungsklasse „mittlerer Versiegelungsgrad“	109
Tabelle 6	Eigenschaften der Rasterdatensätze der in den logistischen Regressionsmodellen verwendeten Antriebsfaktoren	110
Tabelle 7	Signifikanzniveau und AUC-Werte der Antriebsfaktoren der fünf urbanen Regressionsmodelle	112
Tabelle 8	Konversionsmatrizen für das Modell der Landsat-Klassifikation	127
Tabelle 9	Konversionsmatrizen für das CORINE-Modell	127
Tabelle 10	Konversionselastizitäten für das Modell der Landsat-Klassifikation	128
Tabelle 11	Konversionselastizitäten für das Modell und das CORINE-Modell	128

Abkürzungsverzeichnis

ASB	Allgemeine Siedlungsbereiche
ASB m. Z.	Allgemeine Siedlungsbereiche für zweckgebundene Nutzungen
AUC	Area Under Curve
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
CLUE-S	Conversion of Land Use and its Effects at Small regional extent
CORINE	<i>CoORDinated INformation on the european Environment</i>
EEA	Europäische Umweltagentur
ESDI	Earth Science Data Interface
FAO	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation
FOC	Factory-Outlet-Center
GIB	Gewerbe- und Industriebereiche
GIS	Geoinformationssystem
GLCF	Global Land Cover Facility
GLP	Global Land Project
GPS	Global Positioning System
GUI	Graphische Benutzeroberfläche
ILS	Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung
IHDP	International Human Dimensions Program on Global Environmental Change
IGBP	International Geosphere-Biosphere Programme
IR-MAD	Iteratively Re-Weighted-Multivariate Alteration Detection
ISODATA	Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique
LAG 21 NRW	Landesarbeitsgemeinschaft Agenda 21 NRW
Landsat-TM	Landsat-Thematic Mapper
Landsat-ETM+	Landsat-Enhanced Thematic Mapper Plus
LEP	Landesentwicklungsplan
LDS	Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik
LCLUC	Land-Cover and Land-Use Change Program
LUCC	Land-Use and Land-Cover Change
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NRW-Pro	NRW-Flächennutzungsprojekt
OR	Odds Ratio
ROC	Receiver Operating Characteristic

RNE	Rat für Nachhaltige Entwicklung
UEC	Urban Entertainment Center
XULU	eXtendable Unified Land Use and land cover modelling platform
ZFL	Zentrum für Fernerkundung der Landoberfläche

1 Einführung

1.1 Hintergrund und Problemlage

In seinem Buch „Was ist schön? Ästhetik und Erkenntnis“ führt der deutsche Geograph und Journalist GABÓR PAÁL die Geographie als Beispiel dafür an, wie ästhetische Werte die Überzeugungskraft wissenschaftlicher Aussagen und die Art der Themenschwerpunkte einer wissenschaftlichen Disziplin beeinflussen. Als Hauptmotive der Geographie nennt er ihre praktische Anwendbarkeit in Fragen von Raumplanung und Landnutzung, die Erforschung der Beziehung zwischen Mensch und Umwelt sowie die Analyse des geoökologischen Systems aus humangeographischer und physisch-geographischer Perspektive. Für PAÁL gibt es jedoch ein ästhetisch-epistemologisches Motiv, das die genannten umschließt und ihnen übergeordnet ist: Das Erkunden und Verstehen räumlicher Muster (PAÁL, G. 2003: S. 168-172). Die Fernerkundung als geomethodischer Wissenszweig ermöglicht es, die Erforschung eben jener räumlichen Muster aus der Größenordnung des für das menschliche Auge Erkennbaren und Überschaubaren herauszuheben und auf das Globale und Unsichtbare auszuweiten. Sie hat in den letzten Jahren mit der Einführung hyperspektraler und sehr-hochauflösender Sensoren sowie der Entwicklung neuer Bildverarbeitungstechniken rasante Fortschritte gemacht, die unter den anderen geographischen Hilfsmitteln ihres Gleichen suchen (LÖFFLER, E. et al. 2005³: S. 13). Diese Weiterentwicklungen machten es möglich, dass die systematische Auswertung von Luft- und Satellitenbildern auch für die Analyse des bislang nur schwer aus der Ferne zu erkundenden urbanen Raums und dessen Wachstum eingesetzt werden konnte.

Es ist nämlich gerade die beschleunigte Zunahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen durch eine anhaltende Flächeninanspruchnahme, die die aktuelle Entwicklung des räumlichen Musters in Deutschland am meisten prägt. Es besteht kein Zweifel darüber, dass der zunehmende Flächenverbrauch und die mit ihm einhergehende Flächenversiegelung weder ökonomisch noch ökologisch dauerhaft verträglich sind (UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) 2001: S. 9). In den letzten Jahren hat sich eine Vielzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen mit dem Thema Flächenversiegelung auseinandergesetzt (UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) 2001 und UMWELTBUNDESAMT ÖSTERREICH (Hrsg.) 2001). Daneben wurde das Problem der Flächenversiegelung als Teil weiterer Forschungsschwerpunkte behandelt, wie bspw. im Kontext mit Suburbanisierung (BRAKE, K. et al. 2001, EEA (Hrsg.) 2006 und KISTENMACHER, H. 2001) und dem Demographischen Wandel (MIELKE, B. und A. MÜNTER 2007). Nordrhein-Westfalen wurde mit der Industrieregion Rhein-Ruhr und den Rheinmetropolen Düsseldorf und Köln dabei wiederholt als diejenige Region Deutschlands erkannt, die in den vergangenen

Jahren und Jahrzehnten den größten Zuwachs urbaner Flächen verzeichnete und in Zukunft, in abgeschwächter Form, auch noch verzeichnen wird. Im Zuge des gesellschaftlichen Sensibilisierungsprozesses für Themen der geoökologischen und sozioökonomischen Nachhaltigkeit seit dem Erdgipfel von Rio de Janeiro im Jahr 1992 hat auch die Politik die mit dem zunehmenden Flächenverbrauch gleichsam wachsenden Probleme erkannt. So wurde von der Landesregierung NRW ein Projekt initiiert, das den Aufbau eines partizipativen, kommunalen Flächenmanagements unter dem Leitbild Nachhaltiger Entwicklung in vier Modellkommunen vorsah (LAG 21 NRW (Hrsg.) 2008: S. 4-7). Ein weiteres Ziel dieses Projekts bestand in der digitalen Bereitstellung klassifizierter Satellitenbilder von fünf Zeitpunkten der letzten dreißig Jahre für alle Städte und Gemeinden Nordrhein-Westfalens im Internet. Dies sollte die Bevölkerung auf den Flächenverbrauch in ihrer Region aufmerksam machen (SCHÖTTKER, B. et al. 2003b: S. 1-7).

In Deutschland haben sich die Siedlungs- und Verkehrsflächen in den letzten Jahren mehr als verdoppelt (MIELKE, B. und A. MÜNTER 2007: S. 59), wobei aktuell jeden Tag etwa 114ha Fläche neu in Anspruch genommen werden. Die Zielsetzung des Expertenrats für nachhaltige Entwicklung (RNE), die Flächeninanspruchnahme in ganz Deutschland bis 2020 auf 30ha zu reduzieren, scheint bei einem täglichen Flächenverbrauch von 15ha allein in Nordrhein-Westfalen nicht erreichbar (LAG 21 NRW (Hrsg.) 2008: S. 5). Dass eine Reduktion unbedingt notwendig ist, erkennt man mit einem Blick auf die Auswirkungen von Flächenverbrauch und Flächenversiegelung, zu denen u.a. die Zerstörung von Kulturböden, eine gestörte Grundwasserneubildung und eine Steigerung der Infrastrukturkosten gehören (DOSCH, F. und G. BECKMANN 2001: S. 23).

Die Stadt Bonn zählt, trotz der Degradierung ihres Status von der Haupt- zur Bundesstadt, hinsichtlich der Entwicklung von Einwohner- und Beschäftigtenzahlen zu den Wachstumspolen Nordrhein-Westfalens. Dies liegt, neben der günstigen Lage und der ausgebauten Wirtschafts-, Forschungs- und Entwicklungsstruktur, nicht zuletzt an den umfangreichen Fördermitteln des Bundes (WIEGANDT, C-C. 2006: S. 52-61). Wie der Bonn umschließende Rhein-Sieg-Kreis vorher von der Hauptstadt in seiner Mitte profitierte, so ist auch er nun wieder Teil des neuen endogen entstandenen und exogen geförderten Entwicklungsschubs. Eines seiner raumwirksamen Resultate sind neue Wohn- und Gewerbegebiete mit entsprechenden infrastrukturellen Anschlüssen. Das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung der Städtelandschaft scheint also in der Region durch das sozioökonomische Wachstum torpediert zu werden. Die Beantwortung der Frage nach dem zukünftigen Flächenversiegelungsmuster und seinen Antriebskräften besitzt somit eine hohe tagespolitische Relevanz, denn: „Fläche ist nicht alles, aber ohne Fläche ist alles nichts“ (DEN HARTOG-NIEMANN, E. 1997: S. 98, Z. 15-16).

Die vorliegende Arbeit versucht, mit Hilfe einer räumlich expliziten Landbedeckungs- und Landnutzungsmodellierung das zukünftige Flächenversiegelungsmuster der Region Bonn/ Rhein-Sieg zu simulieren. Räumlich explizit bedeutet in diesem Kontext, dass die benötigten Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten als Rasterdaten vorliegen. Ihre Rasterzellen repräsentieren eine eigene räumliche Entität von einer gewissen Größe und einem bestimmten Wert. Anders als nicht-räumliche Landbedeckungs- und Landnutzungsmodelle, die mit aggregierten Daten, bspw. administrative Einheiten, arbeiten, kann eine räumlich explizite Modellierung das räumliche Muster von Landbedeckung und Landnutzung wie auch seine Veränderungen analysieren. Ein praktikabler und spannender Nebeneffekt dieser Modellierung ist es, dass zugleich die wichtigsten Antriebskräfte detektiert werden können, die für eine Veränderung im Landbedeckungs- und Landnutzungsmuster verantwortlich sind. Sowohl die Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten als auch die potentiellen Antriebskräfte müssen für eine räumlich explizite Modellierung als Rasterdaten vorliegen. Die Rasterdaten der Antriebskräfte können mit den entsprechenden statistischen Informationen in einem Geoinformationssystem selbstständig generiert werden. Die Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten können wiederum durch die Klassifikation eines Satellitenbildes gewonnen werden. Das Ziel solch einer Klassifikation ist es, eine unübersichtliche räumliche Textur in ein übersichtliches räumliches Muster zu konvertieren. Hierfür gibt es die verschiedensten Vorgehensweisen. Für die räumlich explizite Modellierung der Flächenversiegelung in der Region Bonn/ Rhein-Sieg werden ein pixelorientierter und ein objektorientierter Ansatz hinsichtlich ihrer Verarbeitung im Modell und ihrer kalkulierten Resultate miteinander verglichen.

Mit der Modellierung des Landbedeckungs- und Landnutzungswandels überschreitet man die Grenzen der Geographie und beschreitet das wissenschaftliche Terrain der ähnlich supradisziplinären, aber noch jungen Landsystemforschung. Die Erforschung des Landwandels erzwang aufgrund der Komplexität von Landsystemen, ihren häufig nicht-linearen Interaktionen, Rückkopplungseffekten, Schwellenwerten und schwer zu durchschauenden Interrelationen zwischen Prozessen und Mustern von Landbedeckung und Landnutzung, die Integration der verschiedensten Wissenschaftstraditionen in eine holistische Landsystemforschung (Nagendra, H. et al. 2004: S. 114). Integration, Komplexität und Holismus sind dabei die drei Schlagwörter, die das Wesen dieser Disziplin am besten umreißen. So baut sie auf zahlreichen Theorien und Paradigmen anderer Wissenschaften auf, zu denen auch die Geographie gehört. Die Raummuster-Theorien von von Thünen, Alonso und der Chicagoer Schule der Sozialökologie zählen hierbei zu den bekanntesten. Eine alles umgreifende Theorie des Landbedeckungs- und Landnutzungswandels ist noch nicht vorhanden. Eine Strategie der Landsystemforschung liegt deshalb in der Kombination von Induktion und Deduktion. Dies geschieht, indem spezielle Studien zu den unterschiedlichsten