

Analyse und Visualisierung von Verstädterungsprozessen mit Hilfe von Geoinformationssystemen am Beispiel der Flächenentwicklung Dresdens

Gotthard Meinel¹, Jörg Gössel¹, Bernd Heber¹, Jörg Hennersdorf¹ und
Stefan Siedentop¹

Abstract

Objective of the project MURBANDY (Monitoring Urban Dynamics) was to establish a long-term monitoring of land use development. For four time slots a polygon and a line dataset has been derived representing land use units and linear infrastructure features. The compilation of the land use and transport coverages was based on computer assisted visual interpretation of the image data. The resulting data-bases will be primary used to identify spatial patterns of urban growth, but they also help understanding temporal pathways of urbanization.

1. Problemstellung

Empirische Untersuchungen von Verstädterungsprozessen waren bislang nur mit gemeindestatistischen Daten möglich. Die amtliche Flächenstatistik, abgeleitet aus den in vierjährigem Turnus stattfindenden Flächenerhebungen, weist jedoch entscheidende Nachteile auf. Die Daten sind nur aggregiert auf Gemeindeebene erhältlich und in einigen Bundesländern sachlich wenig differenziert. Flächennutzungsbilanzen beschränken sich daher meist auf die Ableitung einfacher Kenngrößen wie den Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil. Strukturelle Eigenschaften städtischer Nutzungsmuster wie z.B. die räumliche Verteilung von Grün- und Freiflächen oder Nachbarschaftsrelationen bestimmter Nutzungsarten entziehen sich hingegen dem statistischen Blickfeld (Peithmann u.a. 1999). Ein weiterer Nachteil resultiert aus Gebietsstandsänderungen sowie vorgenommenen Modifikationen des Erhebungsdesigns, so dass eine multitemporale Untersuchung der Nutzungsentwicklung nahezu unmöglich ist (Stadler 1994).

¹ Institut für ökologische Raumentwicklung e. V., Weberplatz 1, D-01217 Dresden,
Email: raumentwicklung@ioer.de

Aus diesem Informationsdefizit resultiert ein Forschungsdefizit - bislang existieren nur wenig empirische Studien, die sich mit den siedlungs- und freiraumstrukturellen Ausprägungen von Urbanisierungs- und Suburbanisierungsprozessen beschäftigen. Wie sich stadregionale Nutzungsgefüge unter bestimmten Rahmenbedingungen verändern, muss als weitgehend ungeklärt angesehen werden. Die nun vorliegenden Daten aus dem europäischen Forschungsprojekt MURBANDY (Monitoring Urban Dynamics) bieten für vergleichende Analysen der Entwicklung urbaner Nutzungsstrukturen gänzlich neue Möglichkeiten. In diesem Beitrag werden die methodische Vorgehensweise bei der multitemporalen Erfassung der Flächennutzung, ausgewählte Indikatoren zur Analyse des städtischen Flächennutzungsmusters sowie erste Ergebnisse der Fallstudie Dresden vorgestellt.

2. Das Projekt MURBANDY

Das Gebiet der Europäischen Union zählt zu den am stärksten urbanisierten Teilen der Erde. Wie weltweit zu beobachten, nimmt der Verstädterungs- und Suburbanisierungsgrad auch in Europa weiter zu (European Environment Agency 1998). In der Bundesrepublik hat sich die Inanspruchnahme von Boden für Siedlungs- und Verkehrszwecke in der letzten Dekade zwar - gemessen an den Spitzenwerten der 60er und 70er Jahre - verringert, ohne dabei aber von einer generellen Trendwende hin zu einer bestandsorientierten Siedlungs- und Stadtentwicklung sprechen zu können. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung hat die Europäische Kommission 1998 das Projekt MURBANDY² (Monitoring Urban Dynamics) initiiert, in dessen Rahmen die Entwicklung der Flächennutzung von 24 europäischen Städten bzw. Regionen über einen Zeitraum von etwa 50 Jahren zu vier definierten Zeitpunkten detailliert erfasst wurde. Untersuchungsstädte bzw. -regionen waren die Algarve, Bilbao, Bratislava, Brüssel, Dublin, Essen, Grenoble, Göteborg, Helsinki, Iraklion, Kopenhagen, Lyon, Mailand, Marseille, München, Nikosia, Padova-Mestre, Palermo, Porto, Prag, Setubal, Sunderland, Tallinn und Wien.

3. Das Untersuchungsgebiet Dresden

Dresden ist mit derzeit etwa 450.000 Einwohnern neben Leipzig bedeutendstes wirtschaftliches und kulturelles Zentrum der neuen Bundesländer. Die städtebauliche Entwicklung Dresdens bis 1990 kann als ein typisches Beispiel sozialistischer Stadtentwicklung gelten. Die Stadtregionen Ostdeutschlands (wie auch die anderer ehemaliger sozialistischer Staaten) verfolgten u.a. aufgrund einer stark zentrenorientierten staatlichen Baupolitik, eines geringeren Wohlstandsniveaus sowie der wenig dy-

² Das Projekt wird im Rahmen des 5. Forschungsprogramms der EU unter dem Namen MOLAND (Monitoring Land Use) mit einer etwas abgewandelten Zielrichtung bearbeitet.

namischen Motorisierung einen spezifischen Entwicklungspfad, welcher in starkem Maße von westeuropäischen Erfahrungen abweicht. Eine Verstädterung des Umlandes fand in den ostdeutschen Stadtregionen kaum statt. Die Expansion des Siedlungsraumes konzentrierte sich vielmehr auf die Peripherie der Kernstädte, wo großflächige Großwohnsiedlungen in Plattenbauweise und Industrieansiedlungen entstanden. Mit der politischen Wende 1990 erlebten die Städte und Stadtregionen Ostdeutschlands einen radikalen Strukturbruch, welcher sich auch in Veränderungen der Flächennutzungsstruktur äußert. Ablauf und Intensität dieser Trendumkehr ostdeutscher Siedlungsentwicklung dürften zumindest im europäischen Vergleich einzigartig sein.

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes Dresden zeigt Abbildung 1. Die Erhebung der Flächennutzung und ihrer Änderung wurde für einen kreisförmigen Raum mit einem Radius von 20 Kilometern um das Dresdner Zentrum durchgeführt. Dies entspricht einer Fläche von etwa 1.260 km². Die in diesem Beitrag vorgestellten Untersuchungsergebnisse wurden jedoch auf eine der Gebietsdefinition von MURBANDY folgende Teilfläche bezogen, um vergleichende Untersuchungen mit anderen Städten zu ermöglichen. Diese Gebietsdefinition geht von der bebauten Kernfläche der Stadt Dresden und einer diese umgebenden Pufferzone von 3,5 km Breite aus.

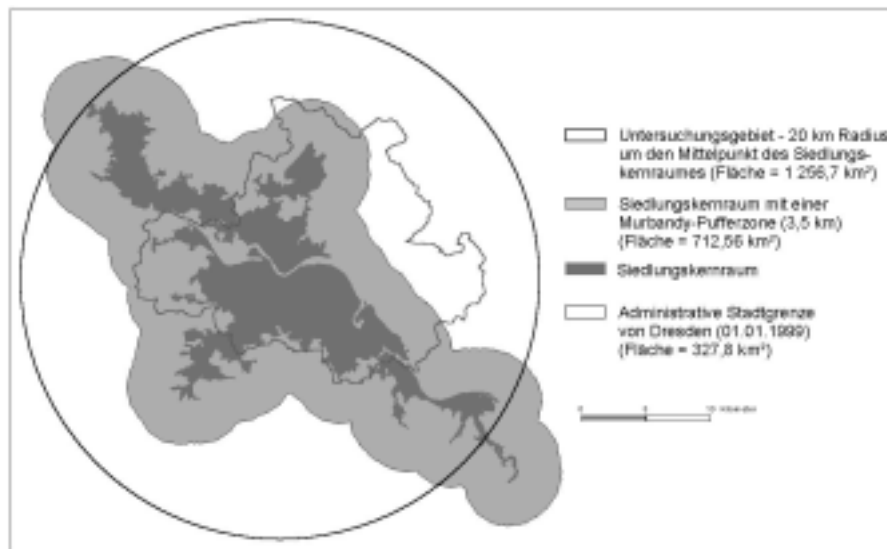


Abbildung 1
Abgrenzung des Untersuchungsgebietes Dresden

4. Untersuchungsmethodik

Die Flächennutzung und Verkehrsinfrastruktur Dresdens wurde mittels Satelliten- und Luftbilddaten zu den Zeitpunkten 1953, 1968, 1986 und 1998 aufgenommen. Grundlage war ein 50 Klassen umfassender Klassifikationsschlüssel, der in Erweiterung des CORINE³-Schlüssels um eine differenziertere vierte Hierarchieebene städtischer Siedlungsflächen ergänzt wurde. Die Flächennutzung wurde aus ATKIS⁴ abgeleitet. Dieser Datensatz wurde auf Basis der Topographischen Karte 1 : 10 000 mit dem Erhebungsstand 1992-94 und einer geometrischen Genauigkeit von 3-5 m erarbeitet und vom Landesvermessungsamt Sachsen bezogen. Die Attributierung folgte dem ATKIS-Objektartenkatalog 25 (OK 25). Zuerst wurde eine Transformation der ATKIS- in MURBANDY-Attribute vorgenommen, soweit dieses eindeutig möglich war. Anschließend erfolgte eine Überarbeitung des gesamten Datenbestandes, um nicht eindeutig transformierbare Attribute neu zu bestimmen und Nutzungsänderungen zwischen den Zeitständen 1992-94 (ATKIS) und den Referenzbilddaten aus dem Jahre 1998 zu erarbeiten. Der Datensatz umfasste bis zu diesem Zeitpunkt ca. 35.000 Polygone. Um den Forderungen nach einer Mindestflächengröße von 1 ha für städtische Nutzungen (Murbandy-Klasse 1) und 3 ha für Freiraumnutzungen (Murbandy-Klassen 2-5) gerecht zu werden, erfolgte eine Flächengeneralisierung. Allen Flächen kleiner der Mindestflächengröße wurde das Attribut einer in ihrer Nutzungsart vergleichbaren Nachbarfläche zugeordnet. Hierbei wurde nach den Generalisierungsregeln von CORINE verfahren (Hierarchieprinzip). Durch die Generalisierung verringerte sich die Zahl der Polygone auf ca. 5.700.

Die Flächennutzungsbestimmung basierte auf einer computergestützten Bildinterpretation mit den in Tabelle 1 zusammengestellten Daten. Dazu wurden alle Bilddaten der vier Zeitschnitte georeferenziert und mosaikiert. Für die Georeferenzierung wurden TK 25 Karten benutzt. Die geometrische Lagegenauigkeit der Datensätze liegt bei ca. 5 m. Es wurde beginnend mit 1998 die Flächennutzung interpretiert und dann das Nutzungsmosaik über die jeweilige ältere Bildgrundlage gelegt und die Flächennutzung entsprechend des älteren Zeitschnittes überarbeitet.

Neben der Flächennutzung wurde die linienhafte Verkehrsinfrastruktur digitalisiert. Dabei wurde zwischen Autobahnen, sonstigen Straßen und Eisenbahnlinien mit ihren jeweils angrenzenden Flächen sowie Flüssen unterschieden. Wenn die Breite der Trassen größer als 25 m war, wurden die Objekte zusätzlich auch als Flächen erfasst.

³ CORINE (Cordination of Information on the Environment) Land cover beschreibt auf digitaler Basis die Bodenbedeckung der europäischen Länder nach einem 3 Hierarchieebenen umfassenden Klassifikationsschlüssel.

⁴ Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem ATKIS beschreibt nach verbindlichen Vorschriften auf digitaler Basis die Topographie Deutschlands in verschiedenen Maßstäben.

Bildquelle	Aufnahmedatum	Bildanzahl	Geometrische Auflösung [m]	Bildtyp	Entzerrungsgüte [m]	Verwendete Zusatzdaten
Satellitenbilder IRS-1C	18.08.98	2 PAN 1 LISS	5 m	Farbe	<4,0	ATKIS, Luftbilder vom 11.06.97
Satellitenbilder SPOT-PAN	04.08.86 20.09.86	2	10 m	s/w	<6,9	Luftbilder von 1988
Satellitenbilder CORONA	15.05.68	4	3 m	s/w	<16,2	TK10 von 1963-76
Luftbilder	6/1953	70	1 m	s/w	<3,0	TK25 von 1933-39

Tabelle 1
Übersicht über die verwendeten Bildgrundlagen

Zur Interpretation der Flächennutzungsentwicklung wurden gemeindestatistische Daten für die insgesamt 65 das Untersuchungsgebiet abdeckenden Gemeinden erhoben, u.a. zur demographischen Entwicklung und Erwerbstätigkeit sowie zur Beschäftigung und Wohnbautätigkeit.

5. Indikatorenentwicklung

Strukturelle Eigenschaften des Flächennutzungsmusters sind nur äußerst eingeschränkt visuell wahrnehmbar. Die Morphologie von Siedlungs- und Landschaftsräumen ist zu komplex, als dass sie ohne komplexitätsreduzierende Abstraktionen beschrieben werden könnte. Die Verwendung einer modellhaften Abbildung der Flächennutzung wirkt bereits komplexitätsreduzierend. Aber auch aus kartographischen Darstellungen lässt sich die konkrete Ausprägung komplexer struktureller Phänomene (wie z.B. die „Zersiedelung“ der Landschaft) nicht unmittelbar ablesen. Es bedarf einer Präzisierung der zu beschreibenden theoretischen Modelle durch Indikatoren mitsamt konkreter Messvorschriften (Siedentop 1999). Nachfolgend werden einige der in der Analysephase entwickelten und erprobten Indikatoren eingehender vorgestellt.

Einen ersten Einblick in die komplexe Realität regionaler Flächennutzungsgefüge vermittelt der Indikator „Verstädterungsgrad“. Dieser berechnet sich als der Anteil bebauter Flächen an der Gesamtfläche des Untersuchungsraums. Die quantitative Bedeutung des in einem Zeitschnitt realisierten Siedlungsflächenzuwachses kann als Veränderung des Siedlungsflächenanteils zum Ausdruck gebracht werden. Neben dem absoluten bzw. relativen Zuwachs bebauter Flächen ist die räumliche Verteilung

der Bauflächen von Bedeutung. Eine räumlich kompakte, im Wesentlichen auf den Kernraum und ausgewählte regionale Subzentren der Stadtregion orientierte Siedlungsentwicklung („Dezentrale Konzentration“) gilt in der städtebaulichen Fachdiskussion gegenüber einer räumlich gestreuten, „dispersen“ Entwicklung als vorzuzugs-würdig (BfLR 1996). Als besonders kritisch wird die bauliche Expansion kleiner, infrastrukturell schlecht erschlossener Gemeinden bzw. Gemeindeteile bewertet, da dies die Zersiedelung der offenen Landschaft fördert und erhebliche Verkehrszu-wächse induziert. Gleiches gilt für die Entwicklung von neuen Siedlungsstandorten ohne jegliche Anbindung an bestehende Siedlungsräume (Außenbereich). Um solche siedlungs- und freiraumstrukturellen Effekte der Verstädterung abzubilden, wurden alle innerhalb eines Zeitschnitts ermittelten Siedlungserweiterungen nach Lokalisati-onsmerkmalen typisiert. Entsprechend ihrer Lage innerhalb bzw. in Randlage der zu-sammenhängend bebauten Stadtfläche (Siedlungskernraum) oder außerhalb dieses Kernraumes werden insgesamt vier Standorttypen unterschieden (Abbildung 2). Die Festlegung der Standorttypen erfolgte GIS-analytisch mittels einer Pufferung der Siedlungsflächen. Mit dem Indikator „Standortstruktur der Siedlungsentwicklung“ können die siedlungs- und freiraumstrukturellen Wirkungen baulicher Flächenin-anspruchnahmen zeitschnitt- bzw. regionsvergleichend eingeschätzt werden. Für je-den Zeitschnitt werden die Anteile der unterschiedlichen Typen berechnet. Die An-teilsverteilung ergibt Aufschlüsse über die „Zersiedelungsintensität“ der Siedlungs-entwicklung (Tabelle 2). Ein aus ökologischer Sicht negativ einzuschätzender Ent-wicklungspfad ist durch einen hohen Anteil des Typs III und IV gekennzeichnet. Pos-itiver wird demgegenüber eine arrondierende, lückenschließende Bautätigkeit in gut erschlossenen, kernstadtnahen Lagen bewertet.

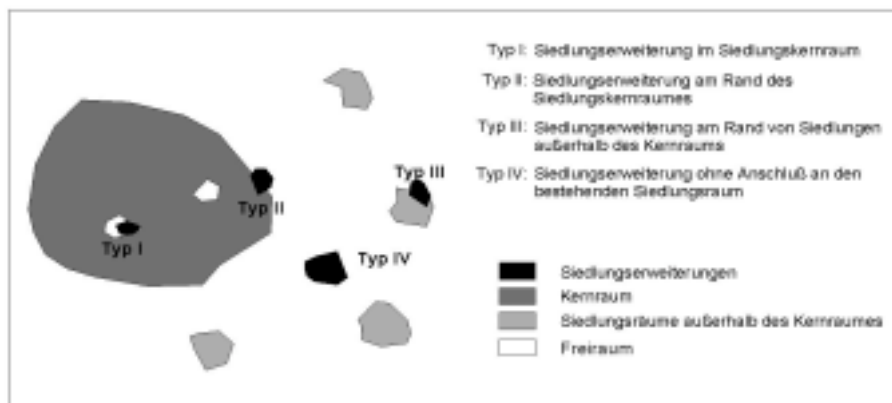


Abbildung 2
 Typisierung von Siedlungserweiterungen nach Lagekriterien

Mit dem Indikator „Freiraumversorgung“ kann die Verfügbarkeit von erholungswirksamen Grün- und Freiflächen quartiersbezogen erfasst und visualisiert werden. Die Berechnung des Indikators erfolgt für alle wohn- und mischbaulich genutzten Flächen über eine rasterbasierte Nachbarschaftsanalyse. Ermittelt wird der Anteil unbebauter Flächen (Freiraum) innerhalb eines definierten Radius um jede Rasterzelle (Abbildung 4). Die „Freiraumversorgung“ kann daher als ein standörtliches Konzentrationsmaß baulicher Flächennutzungen bzw. vegetationsbestimmter Flächen angesehen werden. Anders als der „Verstädterungsgrad“ erzeugt dieser Indikator aber nicht einen Wert für die gesamte Region. Ermöglicht wird vielmehr eine standörtlich differenzierte Betrachtung der Freiraumausstattung. Stehen kleinräumig-differenzierte Daten zur Bevölkerungsverteilung zur Verfügung, kann die Bilanzierung der „Freiraumversorgung“ nicht nur flächenbezogen, sondern auch einwohnerbezogen erfolgen (Gössel/Siedentop 2000).

Dieser Ansatz vermeidet die Nachteile von herkömmlichen statistischen Methoden, bei denen die Freiraumsituation einer Stadt mit einfachen Kenngrößen (wie z.B. Freifläche je Einwohner) für das gesamte Stadtgebiet oder statistische Bezirke abgebildet wird. Dabei werden jedoch Nachbarschafts- und Erreichbarkeitsrelationen weitgehend ausgeblendet. Die räumliche Zuordnung der Wohngebiete zu unbebauten Flächen kann nur äußerst eingeschränkt berücksichtigt werden. Die hier gewählte erreichbarkeitsorientierte Analyse kann die quartierliche Versorgungssituation hingegen räumlich differenzierter und damit „lebensnaher“ abbilden.

6. Analyseergebnisse

Die Siedlungsfläche im Untersuchungsraum Dresden expandierte im Zeitraum zwischen 1953 und 1998 um 5.700 Hektar, was einem Wachstum von etwa einem Drittel entspricht (31 %). Der Verstädterungsgrad erhöhte sich von 29 % auf etwa 38 %. Im internationalen Vergleich vollzog sich der Verstädterungsprozess in der Region Dresden aber eher moderat. Andere MURBANDY-Städte zeigen im gleichen Zeitraum ein weitaus dynamischeres Wachstum. Zu bedenken ist dabei jedoch, dass Dresden im Gegensatz zu den meisten mitteleuropäischen Verdichtungsgebieten nicht unerhebliche Bevölkerungsverluste hinnehmen musste (-10 % zwischen 1956 und 1998). Bezogen auf die Bevölkerungsentwicklung kann daher ein überdurchschnittliches Wachstum der Siedlungsfläche angenommen werden.

Der Freiraumverlust in Höhe von 13 % des Bestandes von 1953 betrifft vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen, welche einen Rückgang von 16 % verzeichneten. Der Waldanteil ging demgegenüber nur leicht zurück (-4 %). Der nicht unerhebliche Rückgang städtischer Grünflächen (-15 %) zeigt, dass sich die Expansion baulicher Flächennutzung auch als ein nach innen gerichteter Verdichtungsprozess vollzog. Insbesondere städtisches Gartenland (Kleingärten) ist einem starken Umnutzungsdruck zugunsten baulicher Nutzungen ausgesetzt.

Die Betrachtung der räumlichen Verteilung des Siedlungsflächenzuwachses bis 1986 zeigt, dass eine Aufsiedelung des Umlandes, wie dies für die von langjährigen Suburbanisationsprozessen geprägten westdeutschen Stadtregionen typisch ist, weitgehend ausblieb (Abbildung 3). Die Schwerpunkte der baulichen Entwicklung lagen zumeist in kernstädtischer Randlage. Die Umlandkommunen zeigten im Allgemeinen nur geringfügige Erweiterungen ihrer Siedlungsfläche. Durch die Konzentration des baulichen Geschehens in den Randbereichen der Kernstadt stieg der Kompaktheitsgrad der Siedlungsstruktur augenscheinlich an. Insbesondere die stark fragmentierten Siedlungsansätze im Südosten Dresdens erfuhren durch die bauliche Auffüllung eine räumlich klarer definierte Fassung. Dabei ging jedoch auch ein erheblicher Bestand siedlungsnaher Freiräume verloren.

Erst seit 1990 verlagert sich der Schwerpunkt des Verstädterungsprozesses in das Umland der Kernstadt. Im Westen und Norden des Untersuchungsraumes heben sich deutliche Wachstumsschwerpunkte ab (Abbildung 3); hier konnten einige Gemeinden großflächige Wohn-, vor allem aber Gewerbegebietsentwicklungen realisieren.

Die bis 1990 politisch bewusst bewirkte Konzentration von Bevölkerung und Arbeitsplätzen auf kernstädtische Standorte und das damit einhergehende relativ geringe Verflechtungsniveau zwischen Stadt und Land machte einen Ausbau des regionalen Straßennetzes nicht erforderlich. Größere Neubauprojekte hat es in der Region Dresden nicht gegeben. Dies hat sich jedoch mit der Anfang der 90er Jahre einsetzenden „Stadtflucht“ der Bevölkerung und der Entwicklung von Gewerbe- und Handelsstandorten im Umland grundlegend geändert. Die Pendlerzahlen sind in der Region Dresden seit 1990 sprunghaft gestiegen, so dass der Druck auf den Neu- und Ausbau von Straßen vielerorts steigt.

Die Differenzierung des Siedlungsflächenzuwachses nach den in Abschnitt 5 erläuterten Standorttypen verdeutlicht den zuvor skizzierten „Strukturbruch“ der siedlungsräumlichen Entwicklung der Region um das Jahr 1990. Während in der DDR-Phase etwa zwei Drittel der baulichen Flächeninanspruchnahme auf kernstädtische Standorte entfiel, waren es nach 1986 nur noch 50 %. Bedenklich stimmt, dass fast ein Fünftel des gesamten Siedlungsflächenzuwachses auf städtebaulich nichtintegrierte Lagen entfiel. Die durchschnittliche Größe der einzelnen Siedlungserweiterungen von 7 Hektar zeigt zudem, dass es sich hier nicht um Bagatelleingriffe (wie landwirtschaftliche Bauvorhaben), sondern um großflächige Erschließungen mit entsprechend negativen Wirkungen auf die Lebensraum- und Erholungsqualität des Raumes handelt.

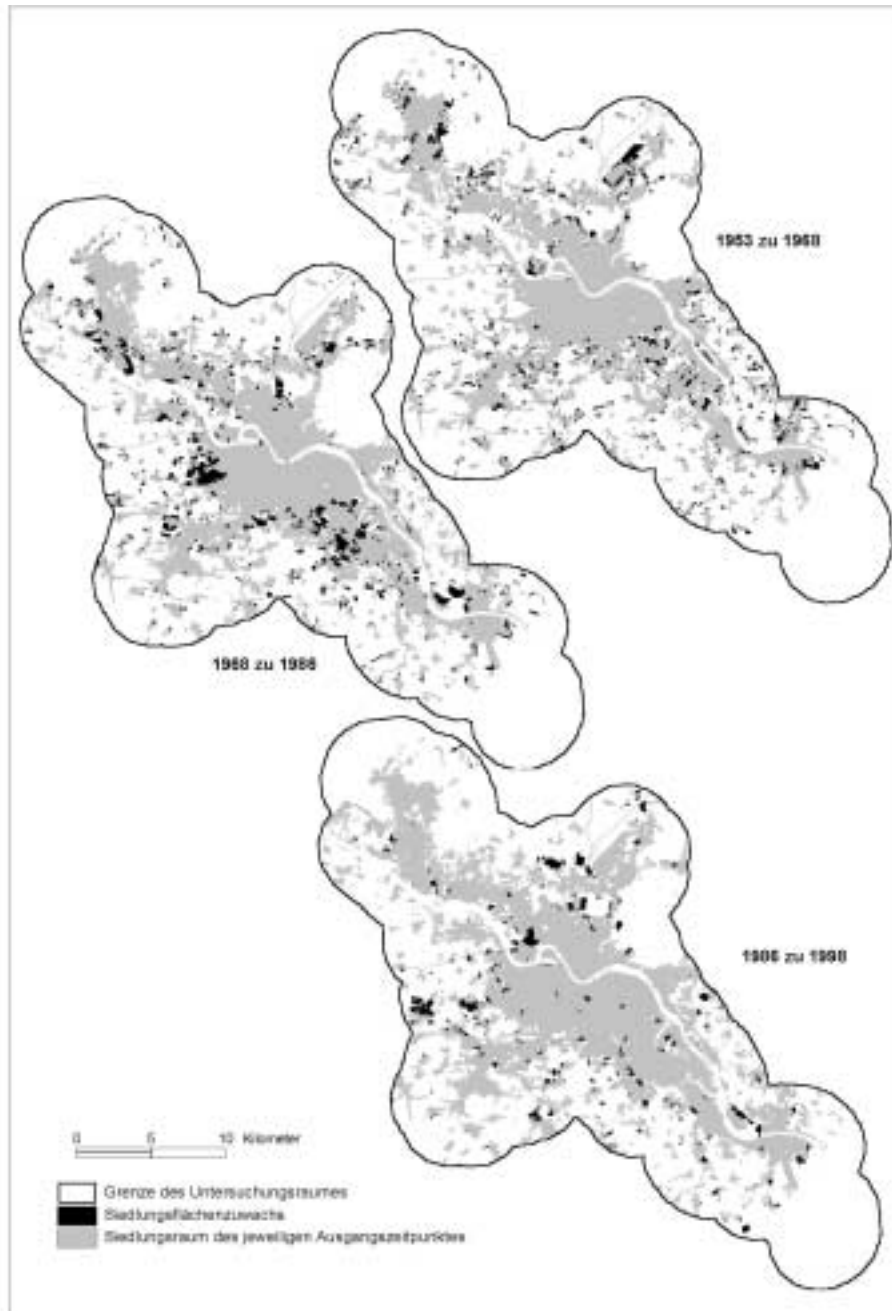


Abbildung 3
Siedlungserweiterungen nach Zeitschnitten⁶⁰

Typ	1953 zu 1968			1968 zu 1986			1986 zu 1998		
	ha	%	Mittlere Größe in ha	ha	%	Mittlere Größe in ha	ha	%	Mittlere Größe in ha
I	79	4,5	3,2	135	6,1	6,4	24	1,8	4,8
II	949	54,7	1,8	1 281	57,6	2,7	648	48,9	3,2
III	646	37,2	1,0	709	31,9	1,5	403	30,4	2,0
IV	62	3,5	1,4	98	4,4	2,8	250	18,9	7,0
Gesamt	1 736	100,0	1,4	2 223	100,0	2,2	1 325	100,0	3,0

Tabelle 2
Differenzierung des Siedlungsflächenzuwachses nach Standorttypen

Auf der anderen Seite ist zu konstatieren, dass auch eine weitgehende Konzentration der Bautätigkeit auf Standorte im Kernsiedlungsraum mit negativen ökologischen und sozialen Wirkungen verbunden ist. Denn eine weitere Verdichtung innerhalb des zusammenhängend bebauten Siedlungsraumes sowie an seinen Rändern führt zwangsläufig zu einer Verschlechterung der wohnstandörtlichen „Freiraumversorgung“ der Bevölkerung. Dies zeigen die Resultate der vorgenommenen rasterbasierten Versorgungsanalyse. Dieser wurde ein Radius von einem Kilometer zugrunde gelegt, was in etwa einem fußläufigen Einzugsbereich (15 Minuten Gehzeit) entspricht. Als Freiräume gelten alle unbebauten, vegetationsbestimmten Flächen mit einer Mindestgröße von fünf Hektar.⁵ Im Ergebnis zeigt sich, dass der Anteil signifikant unterversorgter Wohnquartiere in den vergangenen 50 Jahren deutlich angestiegen ist, von 5 % im Jahre 1953 auf zuletzt fast 20 %. Als „freiraumunterversorgt“ müssen neben der Innenstadt vor allem die großflächigen gründerzeitlichen Stadterweiterungen im Norden, Osten und Süden der Stadt angesehen werden, welche durch den Fortgang der Verstädterung in den 20er und 30er Jahren, vor allem aber durch die Bautätigkeit der Nachkriegszeit vom offenen Landschaftsraum abgeschnitten wurden. In diesen Quartieren liegt der Freiraumanteil im 1-km-Radius bei unter 20 % und damit weit unterdurchschnittlich (Abbildung 4).

⁵ Die Rasterung der Polygondaten erfolgte mit einer Kantenlänge von 100x100 Meter.

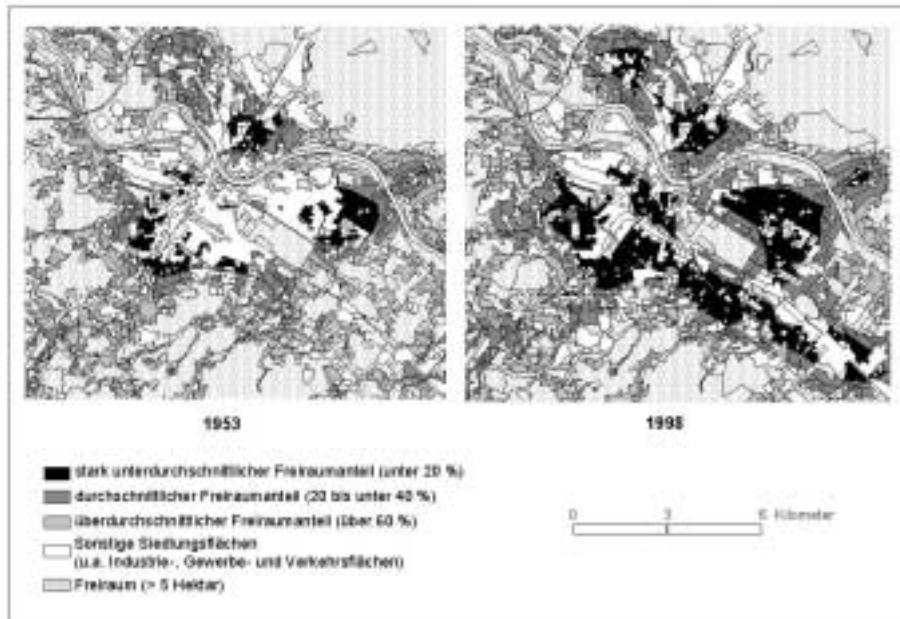


Abbildung 4
 „Freiraumversorgung“ 1953 und 1998

7. Methodische Probleme

Die räumliche Analyse von Flächennutzungsentwicklungen bedingte eine Reihe methodischer Probleme:

Auflösung des Untersuchungsraumes: Die Auflösung des Untersuchungsraumes bestimmt maßgeblich die Untersuchungsergebnisse. So sind aufgrund der Detailauflösung sowohl bei automatischen Klassifikationen als auch bei visuellen Interpretationen mit manueller Digitalisierung Mindestflächen für die Bewertung notwendig. Diese sind bei der automatischen Klassifikation einige Pixel und bei der visuellen Interpretation je nach Zusatzwissen ca. 10-20 Pixel. Mit der räumlichen Auflösung geht letztlich auch die inhaltliche einher, denn bestimmte Objektarten (z.B. Gebäude, Bäume usw.) sind erst ab einem bestimmten Auflösungslevel identifizierbar. Nun entwickeln sich die Fernerkundungssensoren ständig weiter, so dass bei Zeitreihenuntersuchungen über lange Beobachtungszeiträume auf verschiedene Bildmaterialien unterschiedlicher Auflösung zurückgegriffen werden muss. Das führt sowohl bei der visuellen Interpretation als auch bei der automatischen Klassifikation

zu quellenbedingten Fehlern und damit einer gewissen Unschärfe der Analyseergebnisse.

Abgrenzung des Untersuchungsraumes: Jeder Untersuchungsraum muss begrenzt werden. Wenn der Raum durch Polygone thematisch zerlegt ist, sind alle Polygone am Rande des Untersuchungsgebietes angeschnitten und geben den eigentlichen thematischen Sachverhalt nicht vollständig wieder (z.B. die tatsächliche Flächengröße des ungeschnittenen Polygons). Somit müssten eigentlich alle Randpolygone aus der Analyse insbesondere bei Flächenbilanzen ausgeschlossen werden, was zu einer unregelmäßigen Untersuchungsgrenze und zu einer teilweise erheblichen Verringerung der Untersuchungsfläche führt. Bei dynamischen Untersuchungen ist aber ein derartiges Verfahren ausgeschlossen, denn die Identität des Untersuchungsraumes wäre so nicht gegeben, werden doch das Polygonmuster und damit die Untersuchungsgebietsgrenzen meist völlig anders sein. Somit muss eine gewisse Unschärfe der Aussagen letztlich hingenommen werden.

Integration statistischer Daten: Flächennutzungsphänomene können nur in Zusammenhang mit begleitendem Datenmaterial verstanden werden, denn sie spiegeln die jeweiligen gesellschaftlichen Gegebenheiten und Ansprüche wider. Statistische Daten sind aber nur auf aggregiertem Niveau verfügbar. Allein datenschutzrechtliche Gründe verbieten häufig Auflösungen unterhalb der Gemeindegrenze. Aber administrative Grenzen sind über längere Zeiträume nicht stabil, sondern ändern sich durch Gebietsreformen. Darum verlangen Langzeituntersuchungen eine aufwendige Aufarbeitung verfügbarer statistischer Datenbestände auf die jeweils größten administrativen Einheiten, was die räumliche Detailschärfe der Aussagen einschränkt.

Extreme Flächenformen und Flächenteilungen: Vergleichende Untersuchungen auf GIS-Basis benötigen genaue Messvorschriften. Durch bandförmige Flächen wie schmale Siedlungsbänder an Verkehrswegen oder Flüsse kommt es jedoch teilweise zu Polygonen mit extremen Einbuchtungen, Ausbeulungen oder auch Flächenteilungen. Hier kommt man um eine nachträgliche Kontrolle und ggf. Korrektur der Flächen oder deren Attribute unter Verwendung von Zusatzinformationen (administrative Grenzen, funktionsräumliche Bedeutung usw.) häufig nicht umhin. So mussten zum Beispiel zur Definition der Kernfläche Dresdens die zwei Siedlungshälften, die durch die Elbe geteilt werden, verschmolzen werden. Derartige Korrekturen aber sind zeitaufwendig und nicht immer genau formalisierbar, was in vergleichenden Untersuchungen bedeutsam werden kann.

Quantifizierung räumlicher Phänomene: Räumliche Phänomene, in der Realität dreidimensional, können bezüglich der Frage von Flächennutzungsentwicklungen ohne wesentliche Abstraktionsverluste zweidimensional behandelt werden. Vergleichende Untersuchungen temporaler Entwicklungen oder verschiedener geographi-

scher Räume zwingen aber meist zu einer weiteren Dimensionsreduktion. Hier bietet sich die Definition und Berechnung von Indikatoren mit Hilfe der Analysemöglichkeiten von Geoinformations- und Bildverarbeitungssystemen an. Derartige Indikatoren können aber jeweils nur einen bestimmten Teilaspekt des Gesamtproblems beschreiben, was letztlich zu einer Fülle von Indikatoren führt. Derartige Indikatoren sollten darüber hinaus auch im Interesse einer planungspraktischen Anwendung relativ leicht verständlich und damit vermittelbar sein.

8. Zusammenfassung

Die differenzierte räumliche Beschreibung von Verstädterungsprozessen ist auf Basis konventioneller Datensätze (Flächenstatistik) nicht mit genügender räumlicher und inhaltlicher Genauigkeit möglich. Darum wurde im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts MURBANDY ein detaillierter raumbezogener Datensatz der Flächennutzung und der Verkehrsinfrastruktur sowie deren Entwicklung über 50 Jahre für 24 europäische Stadtregionen erhoben. Die Kartierung auf Basis einer visuellen Interpretation von Luft- und Satellitenbilddaten zu vier Zeitpunkten für die Stadtregion Dresden ermöglichte erstmals quantitative Analysen. Dazu wurden die Indikatoren Verstädterungsgrad, Standortstruktur der Siedlungsentwicklung und Freiraumversorgung definiert und GIS-technisch bestimmt. Die berechneten Maßzahlen sind Grundlage für die Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Flächennutzungsentwicklung. Abschließend werden die methodischen Probleme derartiger Analysen aufgezeigt.

Literaturverzeichnis

- ATKIS-Gesamtdokumentation (1995): Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, 1.11.95
- BfLR (Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumforschung) (1996): Städtebaulicher Bericht. Nachhaltige Stadtentwicklung. Herausforderungen an einen ressourcenschonenden und umweltverträglichen Städtebau, Bonn
- CORINE Land cover (1997): Technical Guide, European Environment Agency
- European Environment Agency (1998): Europe's Environment: The Second Assessment, Oxford
- Gössel, J., Siedentop, S. (2000): GIS-gestützte Analyse der städtischen Freiraumverfügbarkeit - Baustein für die umweltorientierte Flächennutzungsplanung, in: Strobl, J. u.a. (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2000, S. 186-193, Heidelberg
- Meinel, G. (1997): Stadtsiedlungsflächen- und Freiraumvergleiche auf Basis von CORINE-Land-cover-Daten, Regensburger Geographische Schriften, Heft 28, S. 7-13

- Meinel, G., Colditz, U., Gössel, J., Heber, B., Hennersdorf, J., Schumacher, U., Siedentop, S. (1999): Monitoring Urban Dynamics (Murbandy) - Change Dresden; Final Report of EU-Project N°14672-1998-12 F1PC ISP DE, 13.08.1999
- MURBANDY-CHANGE (1998): Invitation to Tender, European Commission Joint Research Centre, SSSA, August 1998
- Peithmann, O., Reutter, E., Stefan, B. (1999): GIS-Analyse des historischen Bodennutzungswandels, in: Asch, K. (Hrsg.): GIS in Geowissenschaften und Umwelt, S. 143-162, Berlin, Heidelberg, New York
- Siedentop, S. (1999): Kumulative Landschaftsbelastungen durch Verstädterung. Methodik und Ergebnisse einer vergleichenden Bestandsaufnahme in sechs deutschen Großstadtreionen, in: Natur und Landschaft, Heft 4, S. 146-155
- Stadler, R. (1994): Kulturlandschaft versus Naturlandschaft? Realfächenbilanz und -entwicklung nach der Flächenerhebung 1993, in: Baden-Württemberg in Wort und Zahl, Heft 2, S. 52-64
- Steinocher, K., Riese, C. Köstl, M., Ehrlich, D., Lavalle, C. (1999): Monitoring urban dynamics by earth observation - The Vienna case study, in: Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XI, Wichmann, S. 502-509