

Johannes Flacke

Nachhaltigkeit und GIS

Räumlich differenzierende Nachhaltigkeitsindikatoren in kommunalen Informationsinstrumenten zur Förderung einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung

Sustainability and GIS

Spatially differentiated sustainability indicators in municipal information systems for promotion of a sustainable settlement development

Kurzfassung

Die zur Lösung des Problems der anhaltenden Inanspruchnahme von Freiflächen für Siedlungszwecke entwickelten Vorschläge zielen auf eine Ergänzung des bestehenden planungsrechtlichen Instrumentariums um ökonomische und informatorische Steuerungsinstrumente ab. Letztere können unter Verwendung von räumlich differenzierenden Nachhaltigkeitsindikatoren dazu genutzt werden, Ziele einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung zu konkretisieren und umzusetzen. Als Beispiel hierfür werden Grundlagen für ein kommunales Informationssystem skizziert, das die Entwicklung der Flächennutzung kleinräumig analysiert und planungsunterstützende Informationen bereitstellt.

Abstract

The ongoing consumption of open space for settlement and traffic purposes is to be solved by integrating new economic control instruments as well as improved information instruments. The latter combined with spatially small-scaled indicators should be used in order to specify objectives of a sustainable settlement development and to bring these into practise. An example for this is given with the "Information System Sustainable Settlement Development", a decision support system for the municipal planning process.

1 Einleitung

Die Problematik der anhaltenden Freiflächeninanspruchnahme ist schon über 40 Jahre alt: Bereits in den 1960er Jahren wurde auf den verschwenderischen Umgang mit der Ressource Fläche und die damit zusammenhängenden negativen Folgeerscheinungen hingewiesen. In der „Grünen Charta von Mainau“ hieß es am 20.4.1961: „Die gesunde Landschaft wird in alarmierendem Ausmaß verbraucht“ (s. Bechmann 1993, S. 108). In der Folgezeit kam es zu zahlreichen Initiativen, um den anhaltenden Flächenverbrauch zu stoppen. Die Bundesregierung verabschiedete 1985 die Bodenschutzkonzeption, 1986 wurde das Gebot eines sparsamen und schonenden Umgangs mit Grund und Boden (Bodenschutzklausel) in das BauGB und 1989 in das Raumordnungsgesetz aufgenommen. Und

spätestens seit der HABITAT-2-Konferenz „Nachhaltige Siedlungsentwicklung“ 1996 in Istanbul ist das Problem zentraler Bestandteil nahezu jeder umfassenden Nachhaltigkeitsstrategie.

An konkreten Zielvorgaben mangelt es daher nicht. Die Enquetekommission forderte 1997 eine Verringerung der Umwandlungsrate bis 2010 auf 10 % der Rate, die für die Jahre 1993 bis 1995 festgestellt wurde, was einer täglichen Flächeninanspruchnahme von ca. 10 ha entspricht (EK 1997, S. 55). Das Wuppertal-Institut plädierte 1996 für eine schrittweise Rückführung der jährlich zusätzlich in Anspruch genommenen Flächen auf Null bis zum Jahr 2010 (BUND/Misereor 1996, S. 77).

Die Wirklichkeit indes sieht anders aus: Wurden Anfang der 1990er Jahre noch ca. 100 ha Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Tag „verbraucht“ liegt die aktuelle Rate für 2001 bei ca. 129 ha pro Tag¹ bundesweit (Statistisches Bundesamt 2002). Angesichts dieser unveränderten Lage sieht die neueste Zielvorgabe, die in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie für den Johannesburg-Gipfel verabschiedet wurde, eine Verringerung der Flächeninanspruchnahme auf 30 ha pro Tag im Jahr 2020 vor (s. Bundesregierung 2002).

2 Instrumente zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme

In der Fachwelt scheint ein Konsens darüber zu bestehen, dass das vorhandene planungs- und ordnungsrechtliche Instrumentarium prinzipiell geeignet ist, die Flächeninanspruchnahme zu begrenzen; es mangelt vielmehr an dessen strikter Anwendung und einer konsequenten Planumsetzung. Laut Priebs (1999) ist eine zunehmende Aufweichung von Planungsprinzipien und eine rückläufige Bereitschaft von Politik und Planung zu beobachten, die Möglichkeiten des Planungsinstrumentariums auszuschöpfen. Als Beleg hierfür verweist er auf eine ganze Reihe von überalterten oder bewusst weit gefassten Plänen (z.B. Flächennutzungsplänen), die dem jeweiligen Planungsträger eine pragmatische und einzelfallbezogene Planung ermöglichen. Um dennoch wirkungsvoll die Flächeninanspruchnahme zu reduzieren, wird seit einigen Jahren die Ergänzung des bestehenden Instrumentariums um ökonomische und informatorische Steuerungsinstrumente diskutiert (s. Bergmann u.a.1999).

Die Idee, die ökonomischen Instrumenten zugrunde liegt, ist die stärkere Steuerung der Siedlungsentwicklung nach marktwirtschaftlichen Prinzipien, um so eine bessere mengensteuernde Wirkung zu erzielen. Steuern, Abgaben und handelbare Ausweisungsrechte dienen dabei nicht primär der Erhöhung der Einnahmen zur Finanzierung öffentlicher Aufgaben, sondern zielen darauf ab, Haushalte und Betriebe in ihren Standortentscheidungen und Verhaltensweisen durch Anreize und Vorgaben im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu beeinflussen. Um eine ökologische Lenkungswirkung zu entfalten, werden aus ökologischer Sicht unerwünschte Verhaltensweisen verteuert und umweltfreundliches Handeln belohnt. Dem zugrunde liegt das Konzept der Internalisierung externer (Umwelt-)Kosten, das ökonomische Pendant zum juristischen Verursacherprinzip.

Bislang unbeantwortet ist die Frage, inwieweit die Kommunen, die als Planungsträger in erste Linie die Flächenentwicklung beeinflussen können, tatsächlich

gewillt sind, solche freiwilligen Instrumente anzuwenden. Einig und Hutter (1999) beobachten zwar eine offene Diskussionsbereitschaft seitens betroffener Akteure hinsichtlich der Reformvorschläge, bezweifeln jedoch, dass derzeit tatsächlich der Wille zur Integration solcher marktsteuernder Verfahren in die Raumplanung besteht. Durchsetzungsprobleme bestehen u.a. darin, dass die Instrumente einen Eingriff in die Planungshoheit der Gemeinden darstellen und die Regelung zusätzlicher Zahlungspflichten bei der Produktion von Bauland zu einer Einschränkung bisheriger Handlungsspielräume der Gemeinden führt.

Ein zentrales Merkmal aller ökonomischen Instrumente ist, dass sie räumlich unspezifisch wirken. Die Berücksichtigung qualitativer Aspekte des Freiraumschutzes macht aber einen stärker raumspezifischen Ansatz erforderlich. Dieser kann mittels geeigneter Informationsinstrumente, die bei entsprechender Ausgestaltung – etwa durch Berücksichtigung aller Umweltmedien – die ökologische Treffsicherheit der Planung erhöhen können, geleistet werden. Neben der Unterstützung informeller Planungsstrategien, wie sie im Zuge einer sich wandelnden Planung zunehmend an Bedeutung gewinnen, können auch formale Planungsverfahren durch solche Informationsinstrumente unterstützt werden. Ihre Wirkungsfelder sind nach Siedentop (1999) die Unterstützung von Abwägungsprozessen bei der Entwicklung von Zielvorstellungen, die Aufklärung und Information von Politik und Öffentlichkeit, permanentes Monitoring der Flächennutzungsentwicklung sowie die Evaluierung von Raumordnungsplänen.

Vereinzelt werden bereits Informationssysteme zur Steuerung der Flächenentwicklung eingesetzt, wie etwa das Kommunale Raumbezogene Informationssystem KRIS des Landkreises Osnabrück oder das Umweltinformationssystem UDO der Stadt Dortmund (s. Streich/Homa 1999). Gleichwohl konstatiert Bose (1999) einen Mangel an raumbezogenen Planungsinformationssystemen, die eine fachübergreifende Querschnittsorientierung aufweisen. Ursache hierfür ist oftmals eine mangelnde Verwaltungskooperation, die unzureichende Kenntnis über vorhandene Datenbestände in Nachbarressorts zur Folge hat und damit gegenseitigen Datenaustausch unterbindet.

Zusammenfassend lassen sich aus Nachhaltigkeitsperspektive für Informationssysteme, die einen Beitrag zur Reduzierung der Freiflächeninanspruchnahme leisten sollen, zwei zentrale Anforderungen formulieren: Zum einen benötigen sie eine geeignete räumliche Differenzierung sowohl der Datenbasis als auch der produzierten Informationen; zum anderen ist einer Querschnittsorientierung notwendig, die alle nachhaltigkeitsrelevanten Themen berücksichtigt.

3 Nachhaltigkeitsindikatoren und GIS

Die skizzierte Problematik des anhaltenden Flächenverbrauchs bildet einen zentralen Aspekt der Nachhaltigkeitsdebatte in Deutschland und somit auch in der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren als Mittel zur Operationalisierung von abstrakten Nachhaltigkeitszielen. In nahezu jedem umfassenden Nachhaltigkeitsindikatorensystem sind daher geeignete Indikatoren für die Siedlungsflächenentwicklung enthalten.

3.1 Merkmale der Indikatorenentwicklung in Deutschland

Etwa seit Mitte der 1990er Jahre wurden zahlreiche Indikatorensysteme für unterschiedliche räumliche Ebenen und thematische Schwerpunkte entwickelt. Morosini u. a. (2001) sammelten nicht weniger als 90 verschiedene Indikatorensysteme und verglichen insgesamt 61 verschiedene Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichte, die auf der Grundlage von Indikatoren erstellt wurden. Koitka u. a. (2001) sprechen in diesem Zusammenhang durchaus treffend von einem „Indikatorendickicht“, was nicht nur auf die Vielzahl entwickelter Indikatoren und Indikatorensysteme zurückzuführen ist, sondern sich auch auf die Vielfältigkeit der Vorgehensweisen zur Entwicklung von Indikatoren sowie deren Anwendungsmöglichkeiten bezieht.

Gründe für diese begrüßenswerte Vielfalt liegen auf der Hand. Zunächst einmal sind Bezugsräume unterschiedlich in ihrer Größe, ihrer Ausstattung, ihren Problemen und Potenzialen. Von daher benötigt jeder Raum spezielle, auf ihn zugeschnittene Indikatoren. Zweitens sind die Verwendungszwecke, für die die Indikatoren genutzt werden, unterschiedlich. Die Palette reicht von der Evaluierung nationaler Handlungsstrategien über explizite Nachhaltigkeitsberichterstattung bis zur Steuerung des Verwaltungshandelns und der Bestimmung von Handlungsbedarfen. Drittens existieren verschiedene Modelle der Indikatorenentwicklung: u. a. der „Pressure-State-Response-Ansatz“ der OECD, der darauf basierende „Driving Force-State-Response-Ansatz“ der CSD oder auch das System von Ziel- und Erfolgsindikatoren, wie es im Rahmen des ExWoSt-Forschungsfeldes „Städte der Zukunft“ erfolgreich etabliert wurde. Und nicht zuletzt trägt die bereits praktizierte kooperative Indikatorenentwicklung dazu bei, dass immer wieder neue Indikatoren entwickelt werden.

Um die oben genannte Anforderung der Raumdifferenzierung zu gewährleisten, ist ein spezielles Augenmerk bei der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindika-

toren auf deren Raumbezug zu legen. Dieser kann aus Sicht des Verfassers in die folgenden drei Ausprägungen unterschieden werden: die räumliche BezugsEbene, die räumliche Spezifizierung und die räumliche Detaillierung des Indikators.

Die räumliche BezugsEbene bezeichnet die Planungsebene, für die der Indikator ausgewählt wird. Indikatoren für die nationale oder supranationale Ebene sind andere als Indikatoren der lokalen Ebene. Während erstere globale Zusammenhänge darstellen und z. B. für internationale Vergleichsstudien und Rankings verwendet werden, sind letztere dazu da, die spezifischen kommunalen Verhältnisse bezogen auf die konkreten Problemlagen vor Ort möglichst exakt abzubilden.

Das zweite Unterscheidungskriterium betrifft die räumliche Spezifizierung der Indikatoren. Der Indikator „verkaufte Eintrittskarten für das Heidelberger Schloss“ (s. Diefenbacher u. a. 1997) kann nur in Heidelberg verwendet werden, da nur hier das Heidelberger Schloss steht. Ein Indikator wie der CO₂-Ausstoß hingegen ist überall zu verwenden, da er überall gemessen werden kann. Da beide sowohl Vor- als auch Nachteile aufweisen, ist die Entscheidung, welche verwendet werden, von dem jeweiligen Verwendungszweck abhängig.

Bei der Indikatorenentwicklung speziell für das Handlungsfeld Flächennutzung ist darüber hinaus ein dritter – bislang in den meisten Indikatorensystemen vernachlässigter – Aspekt des Raumbezugs der Indikatoren von Bedeutung, nämlich deren räumliche Detaillierung. Hier können sog. verteilungsfreie Indikatoren, die einen Wert für das gesamte Untersuchungsgebiet angeben, und räumlich differenzierende Indikatoren, die das Indikandum, d. h. den angezeigten Sachverhalt und seine Zustandsänderung kleinräumig differenziert darstellen, unterschieden werden. Gerade letztere stehen bei räumlichen Verteilungsfragen im Vordergrund, wenn es darum geht, Nachhaltigkeitsrisiken und -potenziale, die durch spezifische räumliche und zeitliche Muster bedingt sind, zu erfassen (vgl. Backhaus u. a. 1999). Das beste Beispiel für einen solchen räumlich differenzierenden Indikator ist der Indikator der wohnungsnahen Freiraumversorgung, welcher bereits seit Jahrzehnten Bestandteil der Planungspraxis ist (s. Borchard 1968). Der hiermit gemessene Grad der Ausstattung von Wohngebieten mit erholungsrelevanten Freiflächen ergibt gesamtstädtisch gemessen keinen Sinn, sondern muss zwangsläufig kleinräumig erfasst werden.

Für verteilungsfreie Indikatoren spricht eine i. d. R. gute Datenverfügbarkeit sowie die Tatsache, dass damit getroffene Aussagen auf einen Blick zu erfassen sind.

Nachteilig ist hingegen, dass hiermit keine räumlich differenzierenden Aussagen möglich sind und räumlich bedingte Ursachen für Entwicklungen daher nicht abgebildet werden können (vgl. Zepp/Flacke 2002). Raumdifferenzierende Indikatoren sind im Gegensatz dazu aufwendiger zu erheben, da sie höhere Anforderungen an die Datenbasis und deren Analyse stellen. Außerdem verlangen sie in der Regel auch ein „Mehr“ an Kommunikation und Vermittlung der Ergebnisse. Dafür besitzen sie den Vorteil, dass sie räumlich differenzierte Aussagen ermöglichen und damit Raumstrukturen als Ursachen für bestimmte Entwicklungen erkennbar machen. Darüber hinaus erlauben sie eine Verknüpfung mit räumlich differenzierten Zielen und Maßnahmen (vgl. Finke u. a. 2000).

Bislang werden in Nachhaltigkeitsindikatorensystemen im deutschsprachigen Raum Indikatoren überwiegend verteilungsfrei verwendet. Dies liegt zum Großteil in dem oftmals fast ausschließlich verwendeten Kriterium der Datenverfügbarkeit begründet, was dazu führt, dass standardmäßig erhobene Daten der Kommunalstatistik verwendet werden. Da die meisten Kommunen bislang – von Ausnahmen abgesehen – nicht über kleinräumige Beobachtungssysteme verfügen, die Aspekte der Nachhaltigkeit besonders thematisieren, ist hiermit eine kleinräumige Erfassung von Indikatoren nicht möglich.

3.2 GIS-basierte Nachhaltigkeitsindikatoren

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen betonte bereits 1994 die Notwendigkeit des räumlichen Bezugs von Umweltindikatoren und fordert „ein systematisches, in realisierbaren Bereichen (z.B. Landnutzung) möglichst flächendeckendes Erhebungsverfahren der den Indikatoren zugrunde liegenden Daten“ (SRU 1994, S. 89). Zur Erhebung bieten sich die Möglichkeiten und Funktionalitäten von Geographischen Informationssystemen an (s. Blaschke 2001). So könnte beispielsweise unter Zuhilfenahme von Satellitenbildern kleinräumig der Versiegelungsgrad von Wohnvierteln erfasst werden (s. Kreutzkamp 2002). Die Kombination dieser Daten mit relevanten – auch sozio-ökonomischen – Merkmalen erlaubt eine wesentlich detailliertere und damit eher maßnahmenbezogene Aussage als etwa der Indikator Siedlungs- und Verkehrsflächenanteil in Prozent des Stadtgebiets, der bislang klassischerweise als Nachhaltigkeitsindikator für das Handlungsfeld Flächennutzung verwendet wird. Einem stärker raumbezogenen Ansatz zur Operationalisierung nachhaltiger Entwicklung in Form „räumlich expliziter“ Indikatoren kann so Vorschub geleistet werden.

Die Vorteile von GIS-basierten Nachhaltigkeitsindikatoren liegen auf der Hand: Zum einen sind sie relativ leicht fortschreibbar; zweitens können verschiedene und flexible Raumbezüge verwendet werden, womit der Tatsache Rechnung getragen wird, dass verschiedene Indikatoren eine unterschiedliche Raumbezugsbasis erfordern; letztlich kann aufgrund der ausgeprägten Visualisierungsmöglichkeiten, die Geographische Informationssysteme bieten, die Kommunikation mit Akteuren verbessert werden, was zu einer stärkeren Partizipation von Bürgern in Planungsprozessen führen kann (s. Ghose/Huxhold 2002).

Im amerikanischen Sprachraum ist der Einsatz von GIS-Indikatoren in kommunalen Planungsinstrumenten bereits wesentlich weiter fortgeschritten. Als Beispiel sei hier das Programmpaket INDEX² genannt, ein GIS-basiertes Planungsunterstützungssystem, das mit Hilfe von verschiedenen auf der räumlichen Ebene von Parzellen ermittelten Indikatoren arbeitet (z.B. „developed acres per capita“, „sidewalk network coverage“). Die Indikatoren, die von Gemeinde zu Gemeinde unterschiedlich ausgewählt werden können, sind direkt aus den bestehenden kommunalen Entwicklungszielen abgeleitet. Sie werden dazu genutzt, den Status quo zu beurteilen, alternative Entwicklungsszenarien in ihrer Auswirkung zu evaluieren und ein permanentes Monitoring zu betreiben (s. Allen 2001). Damit kann die Software bei entsprechender Wahl der Indikatoren beispielsweise für eine regelmäßige Nachhaltigkeitsberichterstattung eingesetzt werden.

Auch Form und Ausmaß der Siedlungsflächenentwicklung und Suburbanisierung – im Amerikanischen des „urban sprawl“ – werden stärker rechnergestützt analysiert. Die U.S. EPA (2000) vergleicht 22 „land-use change models“ bezüglich Anwendbarkeit, Anforderungen an Ressourcen und Daten, Stärken und Grenzen sowie Kosten. Die untersuchten Modelle variieren relativ stark in der Komplexität zur Ermittlung von Flächennutzungsänderungen. Während hochkomplexe Modelle wie TRANUS oder URBANSIM die Dynamik von Flächennutzungsänderungen und Transportauswirkungen mit beachtlicher Präzision simulieren, erfassen einfachere Modelle wie etwa SMART GROWTH INDEX die Siedlungsflächenentwicklung kleinräumig mit Hilfe von Indikatoren, wobei beeinflussende Parameter wie etwa Bodenpreisentwicklung oder Einkommen der Haushalte bewusst zugunsten eines vereinfachten Ansatzes vernachlässigt werden (s. Criterion Planners/Engineers 2001).

Abschließend bleibt die Frage bestehen, ob und inwieweit sich die dargestellten Ansätze der Ermittlung von GIS-basierten Indikatoren von der ursprünglichen Idee der Nachhaltigkeitsindikatoren, relevante Sach-

verhalte verständlich darzustellen, entfernen. Hierzu gibt es sicherlich keine allgemeingültige Antwort, da in Abhängigkeit von dem jeweiligen Verwendungszweck die Eignung des einen oder anderen Indikatorentypus Vorteile liefert. Klar ist, dass mit der gezielten Entwicklung räumlich differenzierender Nachhaltigkeitsindikatoren die Debatte zur (räumlichen) Operationalisierung des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung entscheidend bereichert werden kann.

4 Grundlagen für ein indikatorengestütztes kommunales Informationsinstrument

Im Rahmen eines Dissertationsvorhabens am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum ist ausgehend von den oben dargestellten Überlegungen das „Informationssystem Nachhaltige Flächennutzung“ entwickelt worden (s. Flacke 2003), dessen Konzept und Struktur im Folgenden skizziert werden. Kernstück dieses kommunalen Informationsinstruments ist die Verbindung von Strategien zur Umsetzung des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung mit dem inzwischen zum methodischen Standardrepertoire gewordenen Instrumentarium, das Geographische Informationssysteme zur Verfügung stellen.

4.1 Zielsetzung des Informationssystems

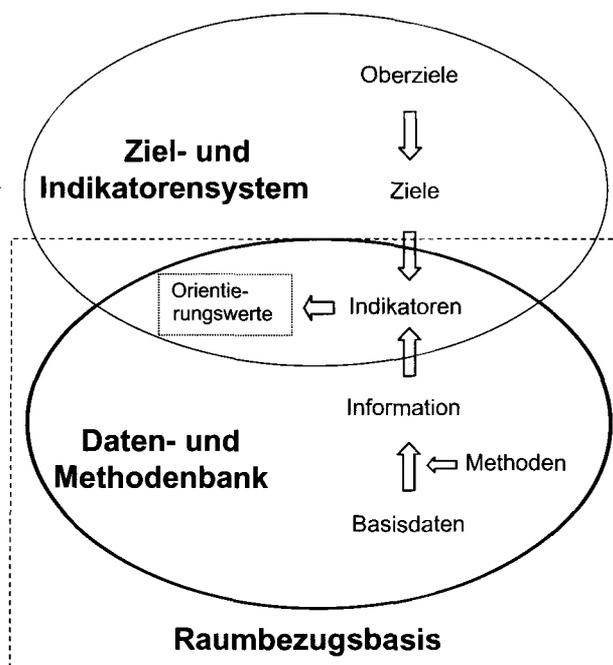
Das Ziel, das mit der Entwicklung des Informationssystems verfolgt wird, ist es, planungsrelevante Informationen über die aktuelle und zukünftige Entwicklung der Flächennutzung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit bereitzustellen. Diese übergreifende Zielsetzung kann in mehrere Grundprinzipien, die mit dem Informationssystem einzulösen sind, untergliedert werden. Ziel sollte es sein, räumlich differenzierte Aussagen über die Entwicklung der Flächennutzung zu generieren, dabei eine integrative Betrachtung verschiedener Aspekte der Entwicklung der Flächennutzung, orientiert an dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung, zu gewährleisten und eine flexible Anwendbarkeit des Informationssystems für vielfältige Planungsaufgaben sicherzustellen.

Aus diesen Grundprinzipien ergeben sich die folgenden Anforderungen bezüglich Datenbasis und Ausgestaltung des Informationssystems: Das Prinzip der räumlich differenzierten Aussagen erfordert einen Raumbezug für alle Grundlagendaten; um das Prinzip der integrativen Betrachtung der drei Nachhaltigkeitsdimensionen sicherzustellen, bedarf es einer einheitlichen Raumbezugsbasis; letztlich muss das Prinzip der flexiblen Anwendbarkeit mittels geeigneter Nutzer-Schnittstellen eingelöst werden.

4.2 Komponenten des Informationssystems

Die formulierten Anforderungen verdeutlichen, dass zwei zentrale, miteinander verknüpfte Bausteine für das Informationssystem notwendig sind (s. Abb. 1). Zum einen ist ein *Ziel- und Indikatorensystem* erforderlich, das die allgemeinen Ziele einer nachhaltigen Entwicklung für das Handlungsfeld Flächennutzung konkretisiert und in geeignete Indikatoren übersetzt. Zum anderen wird eine umfangreiche *Daten- und Methodenbank* benötigt, die die Grundlagendaten, welche zur raumdifferenzierten Abbildung der ausgewählten Indikatoren erforderlich sind, aufbereitet und in geeigneter Weise miteinander verknüpft. Zur Anwendung des Informationssystems sind außerdem *Orientierungswerte* der einzelnen Indikatoren erforderlich. Eine gemeinsame *Raumbezugsbasis* unterliegt den Basisdaten sowie den daraus abgeleiteten Informationen und Indikatoren und deren Orientierungswerten.

Abbildung 1
Konzept des Informationssystems Nachhaltige Flächennutzung



Quelle: eigene Darstellung

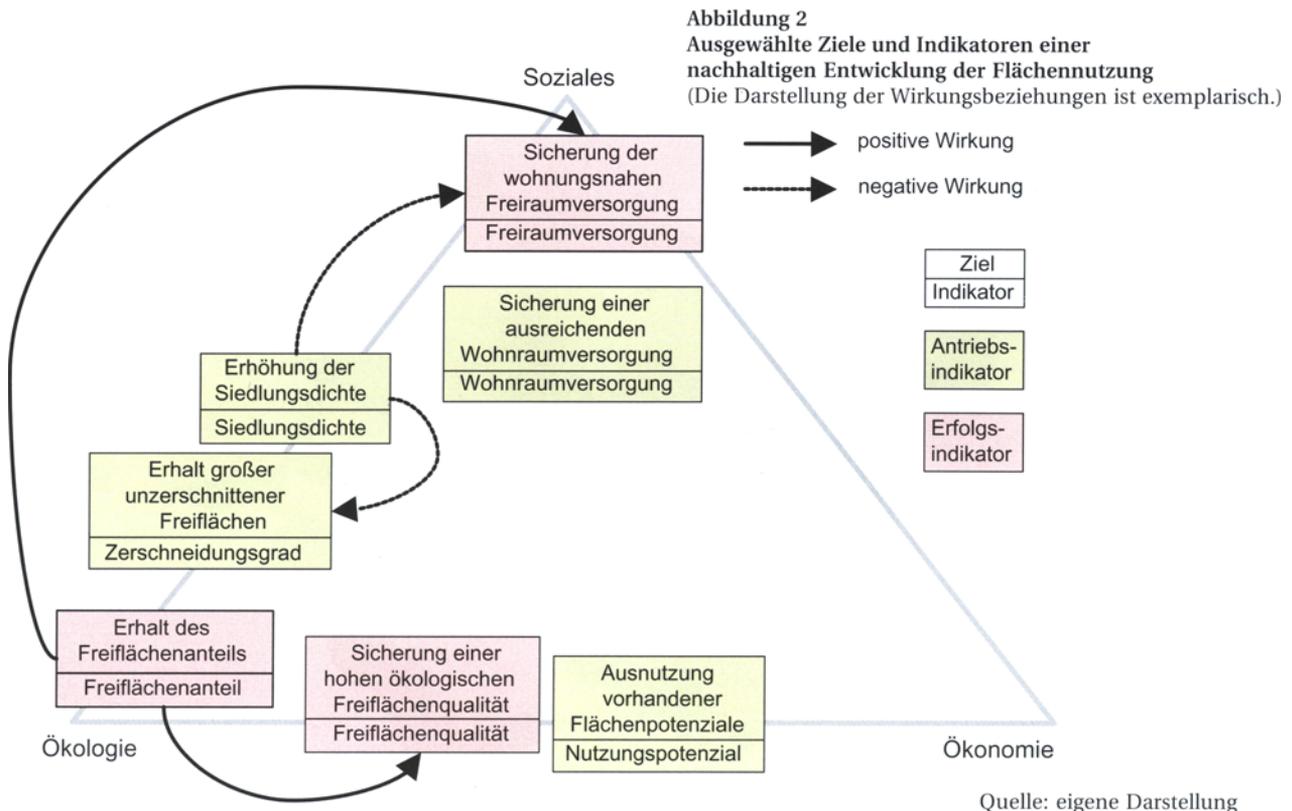
4.2.1 Ziel- und Indikatorensystem

In dem Ziel- und Indikatorensystem werden in mehreren Stufen die allgemeinen Ziele nachhaltiger Entwicklung in Ziele einer nachhaltigen Entwicklung der Flächennutzung konkretisiert. Deren Auswahl erfolgt anhand der Kriterien Bezug zum Oberziel, Bezug zum Handlungsfeld Flächennutzung, Raumbezug und Handlungsorientierung. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur eine begrenzte Anzahl an Zielen ausgewählt. Darunter fallen sowohl eindimensionale Ziele, die sich auf das Oberziel einer Nachhaltigkeitsdimension beziehen, als auch mehrdimensionale Ziele, die die Oberziele von mindestens zwei Nachhaltigkeitsdimensionen unterstützen (s. Abb. 2). Dadurch werden etwaige Konflikte bereits auf der Zielebene offensichtlich und können bei der Entwicklung von Orientierungswerten berücksichtigt werden. Im nächsten Schritt werden zu den Zielen anhand der Kriterien der Gültigkeit (Validität) und der Zuverlässigkeit (Reliabilität) geeignete Indikatoren ermittelt, mit denen die Zielerreichung überprüft werden kann.³ Ausgewählt wurden die folgenden sieben Indikatoren:

- Freiflächenanteil,
- Freiflächenqualität,
- Zerschneidungsgrad,
- Siedlungsdichte,
- Wohnraumversorgung,
- Freiraumversorgung,
- Nutzungspotenzial.

Für diese werden geeignete GIS-basierte Erhebungs- und Analyseverfahren entwickelt, die es erlauben, die Indikatoren in einer gemeinsamen Raumbezugsbasis zu erfassen und kleinräumig abzubilden (vgl. Abschnitt 4.2.3).

Im Zuge der Analyse von Wechselwirkungen und Zielkonflikten werden zwischen den einzelnen Zielen/Indikatoren bestehende Ursache-Wirkungsverknüpfungen herausgearbeitet. Diese durch die Verknüpfungen entstehenden Auswirkungen der Entwicklung eines Indikators auf einen anderen Indikator werden in positive, d.h. das ursprüngliche Ziel unterstützende Auswirkungen und negative, d.h. zu dem ursprünglichen Ziel konträr verlaufende Auswirkungen unterschieden. Beispielsweise kann sich der Erhalt des Freiflächenanteils positiv auf die Sicherung der wohnungsnahen Freiraumversorgung und auf die Sicherung einer hohen Freiflächenqualität auswirken. Zugleich kann sich aus der Erhöhung der Siedlungsdichte ein negativer Effekt auf die Sicherung der wohnungsnahen Freiraumversorgung oder auch auf den Erhalt großer unzerschnittener Freiflächen einstellen (s. Abb. 2). Erst durch die Analyse solcher Wirkungsbeziehungen wird aus dem Indikatorensatz ein Indikatorensystem und kann der Gleichrangigkeit zwischen den ökologischen, sozialen und ökonomischen Zielen nachhaltiger Entwicklung entsprochen werden.



Anhand dieser Analyse werden sog. Antriebsindikatoren und Erfolgsindikatoren definiert. Als Antriebsindikatoren werden diejenigen Indikatoren aufgefasst, die Ursachen für eine bestimmte Entwicklung abbilden. Zentrale Eigenschaft der Antriebsindikatoren ist, dass über sie die Flächennutzungsentwicklung gesteuert werden kann. Den Antriebsindikatoren stehen die Erfolgsindikatoren gegenüber. Sie fungieren als Anzeiger dafür, inwieweit die Entwicklung der Flächennutzung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung positiv beeinflusst wurde; anders ausgedrückt, an ihnen ist der Grad der Zielerreichung auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung der Flächennutzung abzulesen. In der Anwendung des Informationssystems unterscheiden sich die beiden Indikatorarten dadurch, dass für sie unterschiedliche Formen von Orientierungswerten entwickelt werden (s. Abschnitt 4.2.4).

4.2.2 Daten- und Methodenbank

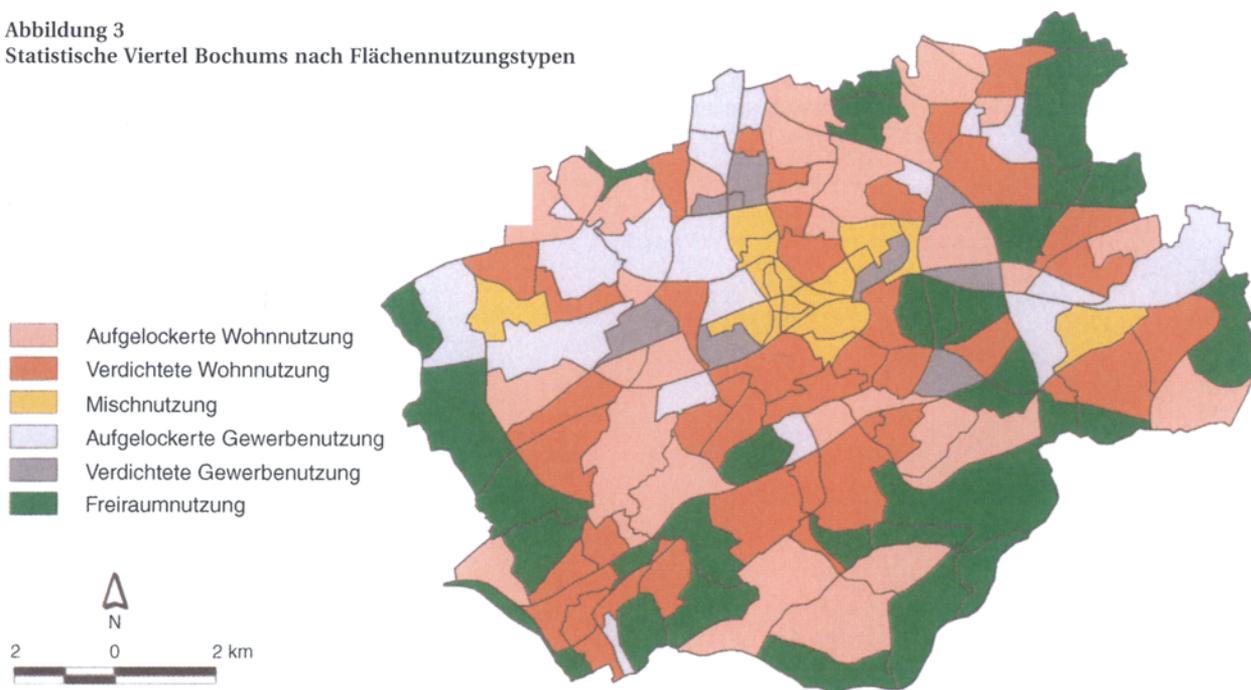
„Information entsteht erst durch problemorientierte Aufbereitung von Daten oder Nachrichten, sie kann nicht gesammelt, sondern muss erarbeitet werden“ (Fürst u. a. 1996, S. 4). Basis hierfür ist eine umfangreiche Datenbank, in der Grundlagendaten zu allen nachhaltigkeitsrelevanten Themen räumlich möglichst dis-

aggregiert vorliegen. Um aus den Grundlagendaten Informationen zu generieren, werden Methoden benötigt, die auf die Daten angewendet werden. Hierbei handelt es sich sowohl um Methoden auf der Verfahrensebene, d.h. GIS-Funktionen zum Selektieren, Klassifizieren, Verschneiden und Aggregieren der Basisdaten, wie auch Methoden auf der Wissensebene, d.h. Methoden zur Erhebung, Systematisierung, Interpretation und Auswertung von Daten auf der Grundlage vorhandenen Fachwissens (vgl. Duttmann 1999, S. 363). Die Informationen werden soweit verdichtet, dass sie letztendlich die ausgewählten Indikatoren abbilden.

4.2.3 Raumgliederung und -typisierung

Grundlage der Erfassung und Darstellung von räumlich differenzierenden Indikatoren ist deren Aussageinheit, d.h. die räumliche Ebene, auf der die Indikatoren abgebildet werden. Bei der Wahl der richtigen Bezugsebene gilt es einen Kompromiss zu schließen, der zwischen dem Anspruch auf möglichst homogene Bereiche, der Notwendigkeit des Vergleichs verschiedener Nachhaltigkeitsdimensionen und der Forderung nach einer übersichtlichen, schnell zu erfassenden Aussage vermittelt.⁴

Abbildung 3
Statistische Viertel Bochums nach Flächennutzungstypen



Quelle: eigene Darstellung

Für das Untersuchungsgebiet, das Stadtgebiet von Bochum, wurde eine Raumgliederung entwickelt, die die statistischen Viertel nach ihrem Flächennutzungsmuster typisiert. Mittels einer Clusteranalyse der realen Flächennutzungsanteile konnten sechs Typen mit einer ähnlichen Verteilung der Hauptflächennutzungsarten ausgewiesen werden (s. Abb. 3), die als Flächennutzungstypen bezeichnet werden. Die statistischen Viertel erweisen sich als so homogen, dass signifikante Unterschiede in der Ausprägung der ausgewählten Nachhaltigkeitsindikatoren nachgewiesen werden konnten. Sie sind deshalb als Bezugsräume für ein räumlich differenziertes Zielsystem der nachhaltigen Siedlungsentwicklung gut geeignet.

4.2.4 Orientierungswerte

Die vollständige Operationalisierung des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung umfasst als letzten Schritt die „Ableitung, soweit möglich, von quantitativen Nachhaltigkeitszielen bezogen auf die Nachhaltigkeitsindikatoren“ (Coenen 1999, S. 5). Diese Quantifizierung der Zielaussagen durch Orientierungswerte ist die notwendige Voraussetzung für die Bewertung der durch die Indikatoren angezeigten Sachverhalte und die Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Die ausgewählten Orientierungswerte basieren zum einen auf den Ergebnissen einer Ist-Analyse, berücksichtigen zweitens Zielvorgaben der Stadt Bochum, rekurren drittens auf Richt- und Orientierungswerte aus der wissenschaftlichen Literatur und nehmen viertens vorhandene Zielvorgaben anderer Städte in den Blick. Diese Vorgehensweise ersetzt nicht die üblicherweise notwendige Diskussion geeigneter Orientierungswerte für Nachhaltigkeitsindikatoren in einem umfassenden gesellschaftlichen Prozess. Vielmehr dient sie dem Aufzeigen möglicher geeigneter Orientierungswerte aus wissenschaftlicher Perspektive und der Verdeutlichung der Anwendbarkeit des Informationssystems.

Die ausdifferenzierten Antriebs- und Erfolgsindikatoren unterscheiden sich in der Form ihrer Orientierungswerte: Für Antriebsindikatoren, durch welche die Flächennutzungsentwicklung gesteuert werden kann, werden Intervalle zulässiger Ausprägung definiert, innerhalb derer von einer nachhaltigen Entwicklung in Bezug auf diesen Indikator zu sprechen ist. Für Erfolgsindikatoren, die als Anzeiger für den Erfolg einer nachhaltigen Entwicklung der Flächennutzung fungieren, sind hingegen Schwellenwerte definiert, die – im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung – nicht zu über- bzw. unterschreiten sind.

5 Ausblick – Anwendung des Informationssystems

Am Beispiel der Stadt Bochum ist die Anwendbarkeit des Informationssystems getestet worden. Hierzu ist zunächst eine Analyse des Status quo anhand der ausgewählten Indikatoren durchgeführt worden. Diese ergab ein differenziertes Bild der Versorgung in den einzelnen Vierteln, anhand dessen Problembereiche identifiziert und Handlungsschwerpunkte definiert werden konnten.

Darüber hinaus sind zwei Applikationen entwickelt worden, mit denen der kommunale Planungsprozess unterstützt werden kann. Auf der gesamtstädtischen Ebene sieht das System die Durchführung von Szenarien der Flächenutzungsentwicklung vor, mit deren Hilfe „Zukunftsbilder“ der Flächennutzung erstellt werden können. Dazu sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Zielsetzung die jährlichen Zuwachsraten für definierte Parameter der Flächennutzung vorzugeben. Verschiedene Strategien der Stadtentwicklung (z.B. verstärkte Innenentwicklung) können über die Verteilung der Zuwachsraten auf die einzelnen Flächennutzungstypen abgebildet werden. Die Durchführung alternativer Szenarien verdeutlicht, dass mittels der konsequenten Anwendung von Strategien einer ressourcenschonenden Siedlungsentwicklung der negative Trend der Flächenentwicklung weitgehend aufgehalten werden kann.

In der zweiten Applikation liefert das Informationssystem kleinräumig auf Ebene der statistischen Viertel planungsverwertbare Aussagen. Zum einen können die aktuellen Ausprägungen der einzelnen Indikatoren abgefragt werden; zum anderen bietet es die Möglichkeit, die Auswirkungen konkreter Planungsmaßnahmen auf die durch die Indikatoren dargestellten Sachverhalte zu erfassen. Das jeweilige Vorhaben kann so – vereinfacht – in seinen Auswirkungen auf die ausgewählten Indikatoren abgeschätzt werden, wobei die definierten Orientierungswerte dazu dienen, nicht verträgliche Entwicklungen anzuzeigen.

Als abschließendes Fazit ist festzuhalten, dass mit dem Informationssystem Nachhaltige Flächennutzung ein Instrument vorliegt, mit dem die Informationsbeschaffung im Vorfeld kommunaler Planungsvorhaben erheblich verbessert werden kann, und das dazu beiträgt, Ziele einer nachhaltigen Entwicklung der Flächennutzung auf kleinräumiger Ebene zu berücksichtigen. Mit Hilfe der räumlich differenzierenden Nachhaltigkeitsindikatoren wird damit ein wichtiger Beitrag zur Operationalisierung des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung geleistet.

Anmerkungen

(1)

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche ist in der amtlichen Statistik eindeutig definiert und umfasst die ALK-Nutzungsarten Gebäude- und Freifläche, Betriebsfläche (ohne Abbau- und Freifläche), Erholungsfläche, Verkehrsfläche und Friedhöfe (s. Petruschke/Pesch 1998, S. 581). Diese Definition berücksichtigt auch unversiegelte Flächen, da z.B. die Kategorie Gebäude- und Freifläche Vor- und Hausgärten, Spiel- und Stellplätze einbezieht, was zur Folge hat, dass die tatsächlich versiegelte Fläche nicht ermittelt werden kann. Eigene Untersuchungen am Beispiel Bochum ergaben, dass der Anteil der versiegelten Fläche ungefähr 63 % der Siedlungs- und Verkehrsfläche beträgt (s. Flacke 2003).

(2)

Criterion Planners/Engineers Inc., s. <http://www.crit.com/index/index.html>

(3)

In einem idealtypischen Zielsystem wurden auch Ziele/Indikatoren für die ökonomische Dimension einer nachhaltigen Entwicklung der Flächennutzung entwickelt. Im Zuge der anschließenden Umsetzung konnten diese allerdings aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit nicht weiter verfolgt werden.

(4)

Im Gegensatz zu dem hier vorgestellten Vorgehen einer einheitlichen Raumbezugsbasis ist generell auch eine Verwendung von unterschiedlichen räumlichen Bezugsebenen möglich und GIS-technisch umsetzbar. Dies hat den Vorteil, dass die Indikatoren in ihrer jeweils am besten geeigneten Aussageeinheit dargestellt werden. Dafür müssen allerdings Einschränkungen bei der vergleichenden Betrachtung von Indikatoren und der Berücksichtigung von Wechselwirkungen in Kauf genommen werden.

Literatur

Allen, E. (2001): INDEX: Software for Community Indicators. In: Brail, R.; Klostermann, R. (Hrsg.): Planning Support Systems. – Redlands CA, S. 229–261

Backhaus, R. u.a. (1999): Konzeptionelle Aspekte der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren. Teil II: Der räumliche Bezug von Nachhaltigkeitsindikatoren. In: ITAS Karlsruhe (Hrsg.): HGF-Projekt: „Untersuchung zu einem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung: Bestandsaufnahme, Problemanalyse, Weiterentwicklung“. Abschlußbericht, Bd. 4. – Karlsruhe, S. 15–34

Bechmann, A. (1993): Von der Landschaftspflege zum Umwelt- und Ressourcenmanagement. In: Von der Landschaftspflege zum Umwelt- und Ressourcenmanagement. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftspflege der TU Berlin, Bd. 89. – Berlin, S. 95–120

Bergmann, A. u.a. (Hrsg.) (1999): Siedlungspolitik auf neuen Wegen. Steuerungsinstrumente für eine ressourcenschonende Flächennutzung. – Berlin

Blaschke, T. (2001): GIS-based Regionalisation of Indicators and Eco-Balances for a Sustainable Regional Planning. In: Pretenthaler, F. (Hrsg.): Human Dimensions Research in Austria and Central European Countries. – Graz, S. 1–11

Borchard, K. (1968): Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. – München

Bose, M. (1999): Raumbezogene Planungsinformationssysteme für Stadtregionen. In: Bergmann, A. u.a. (Hrsg.): Siedlungspolitik auf neuen Wegen. – Berlin, S. 209–222

BUND/Misereor (1996): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. – Basel, Boston, Berlin

Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. – Berlin

Coenen, R. (1999): Konzeptionelle Aspekte der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren. Teil I: Nachhaltigkeitsindikatoren auf der nationalen Ebene – Konzeptionelle Aspekte. In: ITAS Karlsruhe (Hrsg.): HGF-Projekt: „Untersuchung zu einem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung: Bestandsaufnahme, Problemanalyse, Weiterentwicklung“. Abschlußbericht, Bd. 4. – Karlsruhe, S. 1–14

Criterion Planners/Engineers (2001): Smart Growth Index. A Sketch Tool for Community Planning. Reference Guide. o.O.

Diefenbacher, H. u.a. (1997): Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung im regionalen Bereich. Ein System von ökologischen, ökonomischen und sozialen Indikatoren. Texte und Materialien, Bd. 43. – Heidelberg

Duttman, R. (1999): Geoökologische Informationssysteme und raumbezogene Datenverarbeitung. In: Zepp, H.; Müller, M.J. (Hrsg.): Landschaftsökologische Erfassungsstandards. Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Bd. 244. – Flensburg, S. 363–437

Einig, K.; Hutter, G. (1999): Durchsetzungsprobleme ökonomischer Instrumente – das Beispiel handelbarer Ausweisungsrechte. In: Bergmann, A. u.a. (Hrsg.): Siedlungspolitik auf neuen Wegen. – Berlin, S. 289–309

EK – Enquete-Kommission (1997): Konzept Nachhaltigkeit. Fundamente für die Gesellschaft von morgen. Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages. – Bonn

Finke, L. u.a. (2000): Stand und Weiterentwicklung von Umweltqualitätszielen, Umwelthandlungszielen und Umweltindikatoren der Raum- und Siedlungsentwicklung. Texte des Umweltbundesamtes, 45/00. – Berlin

Flacke, J. (2003): Mehr Stadt – Weniger Fläche. Informationssystem Nachhaltige Flächennutzung. Ein Instrument zur Förderung einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung. Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Bd. 251. – Flensburg

- Fürst, D. u. a. (1996): Umweltinformationssysteme. Problemlösungskapazitäten für den vorsorgenden Umweltschutz und politische Funktion. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsarchitektur und Umweltentwicklung der Universität Hannover, Bd. 46. – Hannover
- Ghose, R.; Huxhold, W. (2002): Role of Multi-scalar GIS-based Indicator Studies in Formulating Neighborhood Planning Policy. *URISA Journal*, Vol. 14, No 2, S. 5–17
- Koitka, H. u. a. (Hrsg.) (2001): Nordrhein-Westfalen im Dickicht der Nachhaltigkeitsindikatoren. Tagungsdokumentation. – Köln
- Kreutzkamp, S. (2002): Die Erfassbarkeit versiegelter Flächen mit TM- und IRS-Daten durch wissensbasierte Klassifikation. Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, Diplomarbeit (unveröffentl.)
- Morosini, M. u. a. (2001): Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichte. Pilotstudie in drei Bänden: Relevanz von Umweltindikatoren, Bd. 3. Arbeitsberichte der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Bd. 185. – Stuttgart
- Petrauschke, B.; Pesch, K.-H. (1998): Nutzung der Bodenfläche in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Flächenerhebung 1997 nach Art der tatsächlichen Nutzung. In: *Wirtschaft und Statistik* H. 7, S. 574–583
- Priebs, A. (1999): Räumliche Planung und nachhaltige Siedlungsentwicklung. Lohnt es sich, an den bisherigen Konzepten und Verfahren festzuhalten? In: *Raumforschung und Raumordnung* H. 4, S. 249–254
- SRU – Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1994): Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. – Stuttgart
- Siedentop, S. (1999): Informationsinstrumente in der Raumplanung. In: Bergmann, A. u. a. (Hrsg.): *Siedlungspolitik auf neuen Wegen*. – Berlin, S. 159–180
- Statistisches Bundesamt (2002): Pressemitteilung vom 29. April 2002. Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche: 129 ha/Tag. <http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2002/p1490112.htm>
- Streich, B.; Homa, U. (1999): Informationsmedien in der Flächenhaushaltspolitik. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): *Flächenhaushaltspolitik. Feststellungen und Empfehlungen für eine zukunftsfähige Raum- und Siedlungsentwicklung*. Forschungs- und Sitzungsberichte, Bd. 208, S. 184–196. – Hannover
- U.S. Environmental Protection Agency (2000): *Projecting Land-Use Change. A Summary of Models for Assessing the Effects of Community Growth and Change on Land-Use Patterns*. – Cincinnati, OH
- Zepp, H.; Flacke, J. (2002): Stadtökologie oder nachhaltige Siedlungsentwicklung? In: *Geographische Rundschau* H. 5, S. 18–24

Dipl.-Geogr. Dr. Johannes Flacke
Universität Dortmund
Fakultät Raumplanung
Fachgebiet Stadt- und Regionalplanung
August-Schmidt-Straße 10
44227 Dortmund
E-Mail: flacke@rp.uni-dortmund.de