

Auf dem Effizienzpfad?

Die Flächen- und Rohstoffintensität der deutschen Siedlungsentwicklung

Clemens Deilmann

Allen guten politischen Absichten zum Trotz wird in Deutschland auf Grund des Bevölkerungsverlustes die Energie- und Rohstoffeffizienz für das Bauen und Wohnen je Einwohner sinken¹, und die Siedlungsdichte in Einwohner pro Hektar nimmt ab. Der Aufwand für stadttechnische und verkehrliche Erschließung wird langfristig auf immer weniger Schultern verteilt werden müssen.

Der Beitrag zeigt schlaglichtartig entlang verschiedener Fallstudien, dass eine Trendumkehr nicht möglich ist, bestenfalls eine Dämpfung. Westdeutschland hat bis 2025 noch die Chance, die Ausweitung des Siedlungskörpers zu bremsen. Dann werden für Gesamtdeutschland insgesamt rückläufige Einwohnerzahlen die „Entdichtung des Siedlungsraumes“ beschleunigen. Immer weniger Menschen werden immer größere Stofflager anhäufen und steigende Ressourcenmengen verbrauchen.

Schlüsselwörter: Flächeninanspruchnahme, Rohstoffintensität, Infrastrukturkosten, Deutschland, Ostdeutschland, Fallbeispiele, Stadtstrukturtypen, Schrumpfung, Verdichtung

Heute dominiert der flächenextensive Bau von Ein- und Zweifamilienhäusern das Wohnungsbaugeschehen in Deutschland. Die höchste Bautätigkeit ist in kleinen, ländlich geprägten Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohnern zu beobachten, und 98 Prozent des neuen Baulandes im ländlichen Raum werden durch Ein- und Zweifamilienhäuser belegt. Auch in Städten mit mehr als 200.000 Einwohnern werden immer noch 75 Prozent des neuen Baulandes mit Ein- und Zweifamilienhäusern bebaut. Nahezu 70 Prozent des nationalen Flächenverbrauchs findet außerhalb der stärker verdichteten Stadtregionen, außerhalb der Kernstädte und ihres engeren suburbanen Raumes statt (UBA 2008). Besonders „aktiv“ sind die Flächenzuwächse in Umlandgemeinden ohne zentralörtliche Funktion.

Verschiedene Studien belegen, dass bis 2020 ein allgemeines Absinken der Nachfrage nach Wohnraum zumindest für Deutschland nicht zu erwarten ist (Werner et al. 2004, Banse/Effenberger 2006). Ganz im Gegenteil ist von einem Neubedarf und einem Ersatzbedarf in erheblichem Umfang auszugehen. In Westdeutschland ist bis zum Jahr 2020 mit einer Zunahme der Haushalte um 1,8 bis 3 Millionen zu rechnen.² Der Markt wird darauf mit einer höheren Bautätigkeit im Segment Mehrfamilienhausbau reagieren. Für den Ein- und Zweifamilienhausbau ist aufgrund der demographischen Entwicklung langfristig mit leichten Rückgängen zu rechnen.

Dieses von Wachstum geprägte Bild wird bei genauerer kleinräumiger Betrachtung zunehmend durch gegenläufige Entwicklungen – Schrumpfung – getrübt. Aufgrund

THE PATH TO EFFICIENCY? THE INTENSITY OF LAND AND MATERIAL USE IN GERMAN SETTLEMENT DEVELOPMENT

Despite all political intentions, the energy and material efficiency in the housing sector per inhabitant in Germany is decreasing (net use energy per capita for housing). At the same time, the population density, measured as inhabitants per net ha residential land, is declining. The per-capita-effort of providing public utilities is increasing and will have to be shouldered by ever fewer inhabitants. Since 2004, the population in Germany has been steadily shrinking every year. Based on various case studies, this paper highlights that changing this trend will be a very difficult task. Up until 2025, West Germany still has the chance to curb the expansion of the settlement area. Thereafter, the population loss will accelerate the process of reduced settlement densities. Fewer people will be available to maintain the built-up environment – per person an increasing stock, an increasing burden.

Keywords: Land take, land use patterns, material intensities, infrastructure costs, case studies, urban structural types, scenarios, growth and shrinkage

des zunehmenden Bevölkerungsrückgangs in Deutschland wird man künftig schrumpfende Regionen, Städte und Wohngebiete in ganz Deutschland verstreut vorfinden. Wachstumsbereiche und Gebiete mit Nachfragerückgang werden patchworkartig nah beieinander liegen.

Die Zukunft des Wohnungsmarktes ...

Auf großräumiger Ebene ist es der ost- und westdeutsche Gegensatz, der raumordnerisches Handeln herausfordert. Aufgrund der demographischen Entwicklung stellt der Wohnungsleerstand in Ostdeutschland, der gegenwärtig rund 14 Prozent des Bestandes betrifft, ein langfristiges Problem dar. Obwohl in Ostdeutschland, anders als in Westdeutschland, der Zuzug zu Kernstädten seit einigen Jahren wieder überwiegt, sind besonders Mehrfamilienhausbestände vom Leerstand betroffen, und aufgrund fehlender demographischer Potenziale für Haushaltsgrün-

dungen ist derzeit keine grundlegende Änderung der Situation in Sicht. Um die Wohnungsleerstandsquote auf dem derzeitigen Stand zu stabilisieren, müssten die Abgangszahlen – als Summe von Rückbau, Abriss und Wohnungszusammenlegungen – bis zum Jahr 2050 dauerhaft bei 50.000 Wohnungen pro Jahr liegen. Als Folge würde der Mehrfamilienhausbestand bis 2050 auf 60 Prozent dezimiert sein. Szenariorechnungen machen deutlich, dass der Wohnungsleerstand von 14 auf 10 Prozent reduziert werden könnte, wenn zugleich der Einfamilienhausbau drastisch zurückginge oder wenn es gelänge, die Nachfrage nach Eigenheimen weitestgehend in den vorhandenen Bestand – etwa in Form von Umbauten im Mehrfamilienhausbereich – zu lenken (Deilmann/Effenberger 2004).

Ob die hohen und dennoch notwendigen Abgangszahlen erreicht werden können, ist sehr stark von den finanziellen Rahmenbedingungen und der Förderung durch Bund und Länder abhängig. Die in Ostdeutschland gesammelten Erfahrungen werden mit allergrößter Wahrscheinlichkeit früher oder später jedenfalls auch für andere Regionen Deutschlands relevant werden.

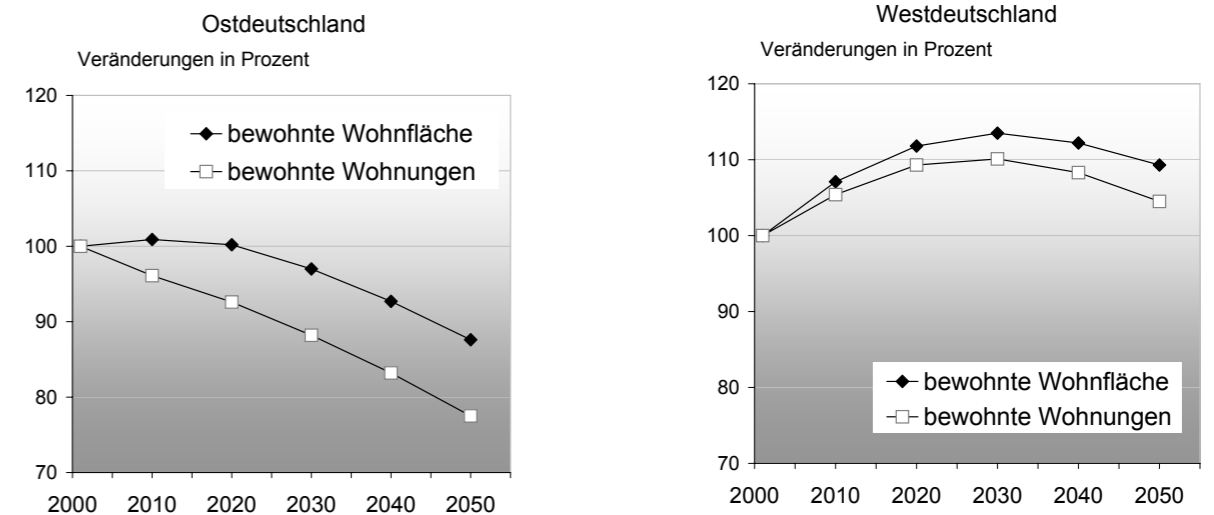
Denn ab 2030 wird aller Voraussicht nach auch in Westdeutschland die Zahl der Haushalte, von regionalen Besonderheiten abgesehen, zurückgehen. Ab der dritten Dekade könnte auch in Westdeutschland die Wohnungsleerstandsquote anwachsen. Um den Wohnungsleerstand nicht über 10 Prozent ansteigen zu lassen, werden dann 220.000 Abgänge pro Jahr durch Rückbau, Abriss und Wohnungszusammenlegungen notwendig. Dies entspricht der gegenwärtigen Abgangsquote in Ostdeutschland von 0,5 bis 0,7 Prozent des Bestandes pro Jahr.

Eine der größten politischen Herausforderungen der nächsten Dekade wird also darin bestehen, die möglichen Folgen der demographischen Entwicklung jetzt schon zu erkennen und Vorsorgestrategien zu entwickeln. Dabei sollten die in Ostdeutschland gemachten Erfahrungen genutzt und in präventive Maßnahmen übersetzt werden.

(1) Die Veränderung von bewohnter Wohnfläche und bewohnten Wohnungen in Ost- und Westdeutschland

Jeweils ohne Berlin. Jahr 2001 = 100 %

Quellen: IÖR (eigene Berechnung und Darstellung); Banse/Effenberger 2006



Stadtentwicklungskonzepte in westdeutschen Städten haben heute schon die demographischen Entwicklungen zu berücksichtigen und sollten deshalb einen Zeithorizont von mindestens zwanzig Jahren umfassen (Banse/Effenberger 2006).

Wenn auch in Westdeutschland ab 2030 jährlich weniger Wohnungen und weniger bewohnte Wohnfläche benötigt werden, so ist zu fragen, ob wir tatsächlich noch drei Millionen Wohnungen bis 2030 zusätzlich bauen sollten, wohl wissend, dass wir danach bis 2050 drei Millionen Wohneinheiten zu viel haben werden.³ Wie könnte eine „Tunnelstrategie“ aussehen, um ein zukünftiges Überangebot zu vermeiden? – Welche Chancen eröffnet in dieser Hinsicht eine starke Landes- oder Regionalplanung? Wären die Kosten der Siedlungsentwicklung verursachernah zurechenbar? Kann es in einem Zeitraum von zehn Jahren gelingen, Tabus anzupacken?

... und die künftigen Infrastrukturkosten

Wir wissen, dass eine Entdichtung durch weitere Siedlungsflächenausweisung zu höheren Infrastrukturaufwendungen je Wohneinheit führt. Zudem steigen die Verkehrsaufwendungen. Gleichzeitig führt Wohnungsüberangebot zu Leerstand, Leerstand zu unterausgelasteten Infrastrukturen. In Deutschland sieht der Nachhaltigkeitsrat sogar die Gefahr, dass die kommunale Handlungshoheit ökonomisch und fiskalisch nicht zuletzt auch durch überdehnte Erschließungen und Infrastrukturerfordernisse ausgehöhlt wird (Rat für nachhaltige Entwicklung 2004).

Ziel eines Forschungsprojektes am Leibniz-Institut für Ökologische Raumentwicklung (IÖR) Dresden war es, die Auswirkungen von Entdichtungsprozessen auf die Infrastrukturkosten zu modellieren und zu analysieren. Da diese Problematik besonders in Ostdeutschland präsent ist, wurden dazu in schrumpfenden Regionen Szenario-

berechnungen für drei ostdeutsche Mittelstädte durchgeführt.⁴ Allen drei untersuchten Städten gemeinsam ist ein erwarteter Bevölkerungsrückgang bis 2030 von 18 bis 26 Prozent. Bauten der Altersklasse 1949 bis 1990 nehmen jeweils mehr als 50 Prozent des gegenwärtigen Bestandes ein. Der Leerstand im Jahr 2005 betrug zwischen 14 bis 15 Prozent und soll bis 2030 durch „Marktberreinigung“ auf 10 bis 13 Prozent abgeschmolzen werden. Dies waren die wichtigsten Randbedingungen für die Untersuchung verschiedener Stadtentwicklungspfade bis 2030 und deren Effekte auf die Infrastrukturausgaben. Im Besonderen ging es dabei um die künftigen Betriebskosten von Trinkwasser- und Abwassernetz sowie von Gemeindestraßen.⁵

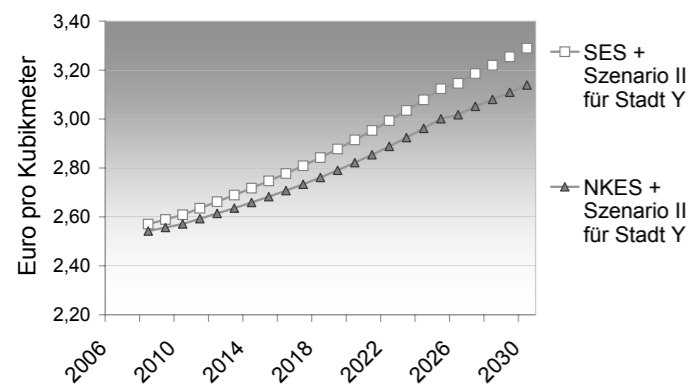
In mehreren Workshops mit Vertretern von Stadtplanung, Stadtverwaltung und Ver- und Entsorgern wurden jeweils zwei Stadtumbauszenarien entwickelt. Im „Kontraktionsszenario“ wird für Neubautätigkeit keine „grüne Wiese“ mehr in Anspruch genommen. Alle Bauaktivitäten finden auf vorhandenen – bereits infrastrukturell erschlossenen – Flächen statt. Wohnungsrückbau wird räumlich gebündelt, sodass bebaute Siedlungsfläche in Freiraum zurückverwandelt werden kann. Im „Expansionszenario“ werden Baugebiete für Einfamilienhaus-Siedlungen zum Teil neu erschlossen, der Rückbau findet vor allem in Form von Ausdünnung vorhandener Siedlungsflächen statt. Die Siedlungsdichte nimmt also bei gleichbleibendem Infrastrukturnetz ab. Wie bedeutsam ist der Unterschied dieser Umbaustrategien?

Das Ergebnis der aufwendigen Berechnungen war einigermassen ernüchternd. Die durchschnittlichen Betriebskosten für technische Infrastrukturen unterscheiden sich in beiden Szenarien lediglich um maximal 2 Prozent, da es den Kommunen selbst in diesen kontrastierenden Szenarien nicht gelingt, die Infrastrukturnetzlänge im nennenswerten Umfang zu verändern. Wesentlich kostenrelevanter als unterschiedliche Stadtentwicklungspfade sind die unterschiedlichen Sanierungsstrategien für das bestehende

(2) Die Spannweite der erwartbaren Fixkosten pro Kubikmeter Trinkwasser am Beispiel einer ostdeutschen Mittelstadt

Angegeben in Euro nach Preisen von 2007. Die Teuerung beruht vor allem auf einem Rückgang von Bevölkerung und Nachfrage (Preise ohne Finanzierungsbeschränkungen und ohne Stadtumbaukosten). SES bedeutet Substanzerhaltungsstrategie, NKES Nominalkapitalerhaltungsstrategie.

Quelle: Berechnungen des IWH auf Basisdaten IÖR sowie Baur+Kropp Dresden



Netz. Der demographiebedingte Rückgang der Trinkwassernachfrage und die damit unterausgelastete Infrastruktur werden die Hauptrolle spielen und die Fixkosten pro Kubikmeter Wasser um 20 bis 40 Prozent ansteigen lassen (in Preisen von 2007). Noch höhere Kostensteigerungen pro Kubikmeter sind im Abwasserbereich mit 20 bis 65 Prozent zu erwarten. Bei den Gemeindestraßen sollte mit 10 bis 20 Prozent höheren Kosten je Einwohner gerechnet werden.⁶ Das Beispiel zeigt, dass es schwierig sein wird, die Entdichtung von Städten mit Bevölkerungsverlust stadtplanerisch aufzuhalten. Hochbaulich kann die Stadtplanung zwar die Leerstandsentwicklung beeinflussen, aber die Anpassung der technischen Infrastrukturen wird weitaus schwieriger, und die Kosten werden steigen. Um so wichtiger ist es, den weiteren Ausbau von Infrastrukturen durch Ausweisung von Neubaugebieten zu vermeiden.

Quantitäten und Qualitäten ...

Neben diesen Kostenfragen ist die Qualität unserer städtischen Umwelt ein wichtiger Aspekt. Gemessen in Hektar pro Tag, ist die Flächenneuanspruchnahme ein sehr grober Stellvertreterindikator für die verschiedenen Formen der Flächennutzung und für die unterschiedlichen Wirkungen, die die Nutzung von Böden auslöst. Will man qualitativ bewerten, so müssten die verschiedenen Arten, Formen und Strukturen der Flächeninanspruchnahme ge-

nauer erfasst und nach ihren Umweltwirkungen bewertet werden. Dies gilt gleichermaßen für die Aufwertung bestehender Flächen wie für die Neuinanspruchnahme. Flächenmaßzahlen wie Hektar und Quadratmeter oder Gebäudezahlen genügen nicht, um sich vor allem hinsichtlich wichtiger Umweltproblemfelder ein Bild von der Physis eines Raumes zu verschaffen. Es ist nicht gleichgültig, „ob in einer Bilanzperiode in Anspruch genommene Flächen vollständig versiegelt sind oder einen höheren Anteil an Grünflächen oder wasser gebundenen Decken aufweisen, ob und in welchem Maße sie in einer ausgeräumten Landschaft, einem Überschwemmungs- oder Landschaftsschutzgebiet liegen oder ob durch den Bau einer Bundesstraße ein bisher großräumig unzerschnittener Raum zerschnitten wird oder nicht“ (BBR 2007). Wie aber die gegenwärtige Debatte zur Flächeninanspruchnahme zeigt, ist der politische Diskurs auf bloße Quantitäten fixiert – und damit nur bedingt sachgerecht.

Die deutschen Stadtentwicklungs- und Umweltforscher („Flächenforscher“) Stefan Siedentop und Stefan Heiland (BBR 2007) fordern daher zu Recht ein Siedlungsflächenmonitoring, das die Bodeneigenschaften der von Überbauung betroffenen Böden ebenso berücksichtigt wie beispielsweise die räumliche Nähe neuer Siedlungsflächen zu Versorgungseinrichtungen oder zu Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs. Die derzeitige Flächenstatistik sei in gewissem Sinne „qualitätsblind“. Auch fehle es an Daten zur inneren Dynamik des Siedlungsraumes, etwa

zu Baulücken, Brachflächen oder Wohnungsleerständen. Ein „Nachhaltigkeitsbarometer Fläche“, wie es Siedentop und Heiland vorschlagen, müsste denn auch eine Reihe von Indikatoren und Daten umfassen, die imstande wären, uns über den Stand der Dinge hinsichtlich unserer räumlichen Ziele zu informieren. Wie weit sind wir von unseren Reduktionszielen, Erhaltungs- und Schutzziele oder unseren nutzungsstrukturellen Zielen entfernt? Und wie steht es um die effiziente Nutzung von Ressourcen und Rohstoffen?

Im Bereich Rohstoffeffizienz⁷ wird bislang eine ähnlich ungenügend qualitativ differenzierte Debatte geführt wie zum Thema Flächeninanspruchnahme. Denn „Dematerialisierung“ als Zielorientierung für das Bauwesen entpuppt sich als schwer definierbarer Slogan, sobald es um die Konkretisierung auf Stadtteil- oder Gebäudeebene geht. Auch hier genügt es nicht, mit einem Stellvertreterindikator wie „Kilogramm“ zu operieren, wenn damit Umweltbelastungen in Verbindung gebracht werden sollen. Die Gebäudemasse muss in die verschiedenen Bauproduktgruppen unterteilt werden können. Dazu bedarf es modell- und datenbankgestützter Abbildungswerkzeuge, die geeignet sind, die Input- und Output-Ströme im Bauwesen differenziert nach Stoffgruppen abzubilden.

Da es im statistischen Monitoring bisher nicht gelungen ist, solch ein quantitativ und qualitativ verlässliches Instrumentarium der Beobachtung zu entwickeln, sind es vor allem Analysen von Fallbeispielen, die zu einer qualitativen Differenzierung beitragen. Auf solchen Fallbeispielen baut auch dieser Beitrag auf – die oben und weiter unten

dargestellten Untersuchungsergebnisse wurden nicht mit Hilfe statistischer Auswertungen, sondern durch fallstudienbasierte Analysen auf Stadtteilebene erarbeitet.

... und unterschiedliche Typen von Stadtstrukturen

Es ist unmöglich, die Gestalt gebauter Objekte, ihre Anordnung im Raum, unterschiedliche Funktionen, Bodenbedeckungsarten, Energie- und Rohstoffinhalte oder Betriebsstoffe eins zu eins, Gebäude für Gebäude, zu analysieren. Es braucht eine abstraktere Ebene mittleren Maßstabs, die zahlreiche Vereinfachungen erlaubt, und in dieser Hinsicht stellen Typologien ein wichtiges und brauchbares Instrument dar. Neben Gebäudetypologien, der vereinfachenden Gliederung vieler verschiedener „realer“ Häuser in Gruppen und Typen, arbeiten Forscher und Forscherinnen auch mit unterschiedlichen Typen von Stadtstrukturen (Duhme/Pauleit 1999; Arlt et al. 2001; Gruhler et al. 2002).

Dabei werden etwa bestimmte charakteristische Strukturen wie etwa gründerzeitliche Blöcke oder Plattenbausiedlungen hinsichtlich ihres Infrastrukturaufwands untersucht oder ihre Stoffströme analysiert. Was den Flächenaufwand für die infrastrukturelle Erschließung der unterschiedlichen Bebauungsformen anbelangt, so gibt dazu bereits seit längerem wichtige Grundlagenarbeiten (Gassner u.a. 1986, Menkhoff u.a. 1979). Grundlagenstudien zur Verknüpfung des Infrastrukturaufwands mit

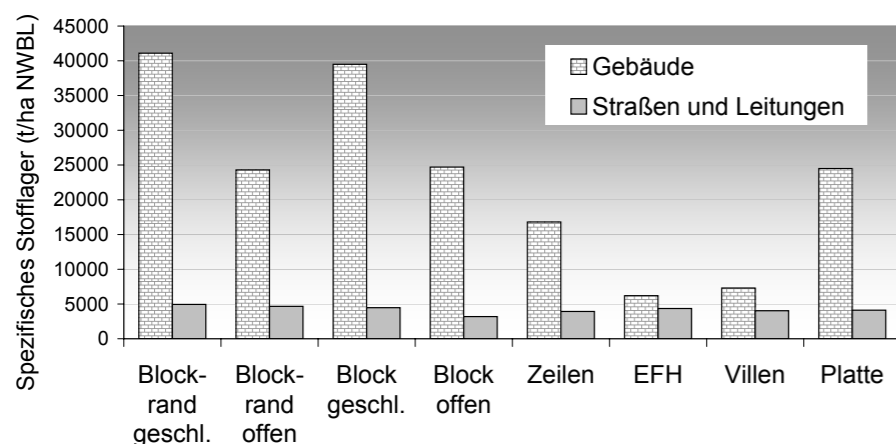
Ein-/Zweifamilienhausbebauung	Verdichtete Blockstrukturen	Aufgelockerte Blockstrukturen
Grundflächen-(1)/Geschossflächenzahl(2)		
0,106	0,501	0,257
0,152	1,986	0,724
Netto-Wohnbauland		
86 %	67 %	73 %
Infrastruktur: Beispiel Straße		
6,8 t/m	10,6 t/m	14,2 t/m

(3) Beispiele für Bebauungsstrukturtypen und ausgewählte Kennwerte

Die Grundflächenzahl bezeichnet das Verhältnis von überbauter Grundstücksfläche zu Grundstücksfläche. Die Geschossflächenzahl (GFZ) gibt das Verhältnis der Summe aller Geschossflächen zur Grundstücksfläche wieder. Das Nettowohnbauland bezeichnet die für wohnbauliche Zwecke genutzte Grundstücksfläche. Quelle: IÖR

(4) Die Stoffintensität von Gebäuden und Infrastrukturen bei unterschiedlichen Bebauungsstrukturtypen

Angegeben in Tonnen pro Hektar Nettowohnbauland (t/ha NWBL)
Quelle: IÖR



Stoffströme sind jüngeren Datums (Deilmann et al. 2001, Schiller 2005) und beziehen sich auf Erschließungsstraßen und Leitungen. In den Arbeiten des Autors zu Groß- und Mittelstädten wird auch der Frage nachgegangen, welche Baustoffe zu welchen Anteilen in unterschiedlichen Bebauungsstrukturtypen enthalten sind (vgl. Deilmann et al. 2001). Deren Stoffintensität – gemessen in Tonnen pro Hektar Nettowohnbauland⁸ – wird damit sowohl für die Bauwerke selbst wie für ihre infrastrukturellen Versorgungseinrichtungen nachvollziehbar. Als Resultate werden differenzierte Aussagen und Antworten möglich: Wie viel stofflicher Aufwand steckt in Straßen, Fuß- und Radwegen oder in Trink- und Abwasserleitungen? Welche Mengen an Beton, Bitumen, PVC oder Stahl wurden in den unterschiedlichen Bebauungsstrukturen verbaut?

Stoffstromanalysen heute ...

Ohne Bezug zu den technischen Infrastrukturen, die zur Versorgung von Wohngebieten nötig sind, und zu der Anzahl von Menschen, die eine Struktur bewohnen, wird das Ergebnis von Stoffstrom-Untersuchungen zu den falschen Schlüssen verleiten: Die geschlossene Blockbebauung (auch im Blockinnenbereich verbaut) wies dann nämlich die mit Abstand höchste Stoffintensität und ein „Stofflager“ von durchschnittlich 43.000 Tonnen pro Hektar Nettowohnbauland auf.⁹ Eine offene Blockrand- und Blockbebauung (wie sie auf klassischen, von Straßen umschlossenen Rasterblöcken des 19. Jahrhunderts häufig im 20. Jahrhundert errichtet wurde) bringt es im Durchschnitt

auf eine Stoffintensität, die mit 21.000 Tonnen pro Hektar um mehr als die Hälfte geringer ist. Der Strukturtypus Zeilenbebauung liegt mit ungefähr 13.000 Tonnen noch deutlich darunter; Ein- und Zweifamilienhäuser und Villen bringen es gar nur auf um die 5.000 Tonnen pro Hektar Grundstücksfläche. Die Stoffintensität von Infrastrukturen schwankt weniger stark als jene der Gebäude selbst. Ist dort eine Schwankungsbreite von 5.000 bis 43.000 Tonnen pro Hektar festzustellen, so sind es bei den Infrastrukturen 3.000 bis 5.000 Tonnen pro Hektar Nettowohnbauland.

Eine geringe absolute Stoffintensität, wie sie etwa Einfamilienhausgebiete aufweisen, bedeutet nun aber keineswegs hohe Umweltfreundlichkeit. Bezieht man die Rohstoffintensität auf die Einwohnerdichte eines Gebietes, so zeigt sich ein völlig anderes Bild: Je geringer die Einwohnerdichte, umso mehr Rohstoffe werden von jeder Person in Anspruch genommen.

In Kernstädten kann man die Einwohnerdichte für die mehrgeschossige Block(rand)bebauung auf 300 Personen pro Hektar Nettowohnbauland ansetzen; Zeilenbauten werden durchschnittlich von 150 Personen pro Hektar Grundstücksfläche bewohnt, während frei stehende Einfamilienhäuser bloß 30 Personen pro Hektar beherbergen (in Anlehnung an BBR 2006). Damit ergibt sich je nach mehr oder weniger verdichteter Wohnform eine Spannweite von 160 bis 290 Tonnen an Stoffintensität pro Einwohner – Ersteres gilt für die Blockrandverbauung, Letzteres für Einfamilienhäuser.

Nimmt man für ein Gebäude eine Lebenserwartung von 100 Jahren an, so könnte man den jährlichen „Verzehr“ an

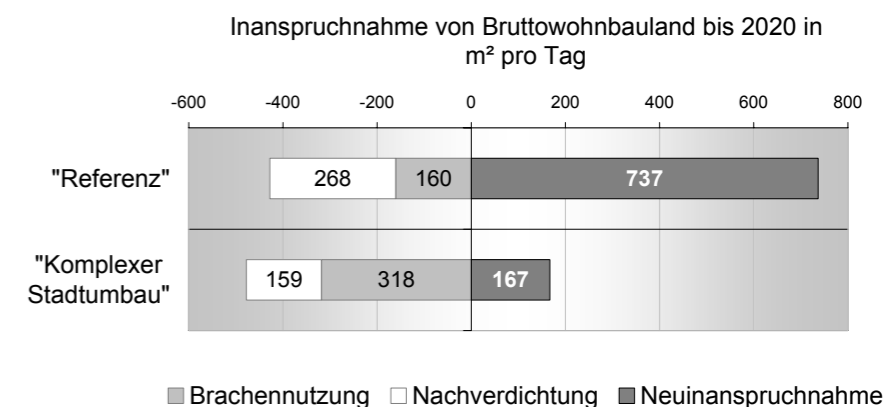
stofflicher Substanz durch dessen Bewohner mit 1 Prozent angeben. Aus dieser Perspektive werden in einem Ein- oder Zweifamilienhaus jährlich 3,7 Tonnen an Rohstoffen pro Quadratmeter genutzter Wohnfläche „konsumiert“. Erstaunlich ist nun aber, dass, wie Vergleichsrechnungen auf Gebäudeebene zeigen, geschlossene Blockrandbebauungen der Gründerzeit ganz ähnliche Werte aufweisen, wenn sie eine hohe Leerstandsquote haben und nur zu drei Vierteln genutzt werden (Deilmann/Gruhler/Schiller 2000). Dies ist in Ostdeutschland kein ungewöhnliches Phänomen.

Das gilt allerdings wiederum nur, wenn man dabei die Infrastrukturaufwendungen der unterschiedlichen Wohnformen außer acht lässt – in der oben beschriebenen Spannweite von 160 bis 290 Tonnen Rohstoffintensität pro Einwohner sind diese bereits mit erfasst und betragen etwa 15 (geschlossene Blockbebauung) bis 130 Tonnen (Einfamilienhausbebauung) pro Einwohner. Bei geringer werdenden Geschossflächendichten steigt der Infrastrukturaufwand pro Einwohner sogar weiter exponentiell an (Deilmann 2005).¹⁰

Der Hauptteil des Materialaufwandes, nämlich um die 85 bis 95 Prozent, wird vom Straßenbaukörper bestimmt. Der Stoffverbrauch für Ver- und Entsorgungsleitungen ist mit 5 bis 15 Prozent deutlich geringer und weniger prägend. Betrachtet man nun das Verhältnis der beiden Stofflager Infrastruktur und Gebäude, so fällt auf, dass dieses je nach Strukturtyp zwischen *eins* zu *zehn* und *sieben* zu *zehn* betragen kann. Bei Einfamilienhausgebieten können Infrastrukturaufwendungen fast 70 Prozent des Gesamtstofflagers des Wohngebietes ausmachen. Die Bedeutung dieser Relationen und ihre Folgeeffekte

(5) Wohnbaulandbedarf bis 2020: zwei Szenarien für eine ostdeutsche Großstadt im Vergleich

Der Neubedarf an Bruttowohnbauland durch den Bau von Einfamilien-, Zweifamilien- und Mehrfamilienhäusern in Quadratmetern pro Tag. Die an sich positiven Faktoren Brachennutzung und Nachverdichtung werden auf der Skala im Bereich der negativen Werte dargestellt.
Quelle: IÖR



werden bisher wenig beachtet. Besonders unter dem Aspekt der langfristigen Bestandspflege ist es nicht ganz unproblematisch, wenn in locker bebauten Gebieten die Rohstoffinanspruchnahme für die Infrastruktur fast dieselbe Größenordnung wie jene für die Gebäude erreicht.

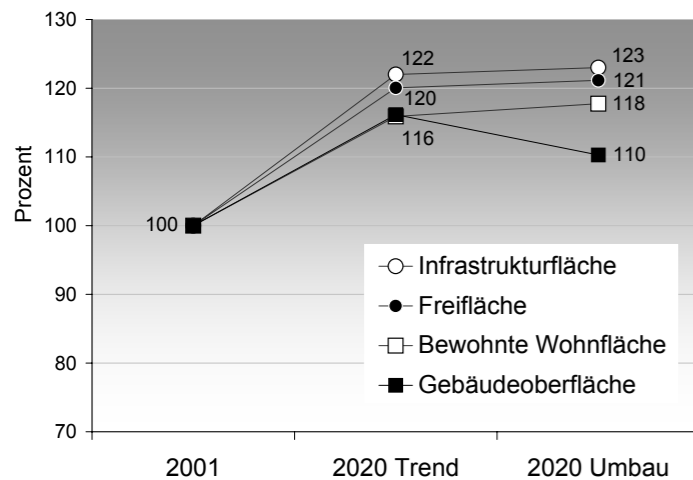
... und zukünftige Szenarien

Der Stadtstrukturtypen-Ansatz erlaubt es neben der Analyse des Bestands auch, mögliche Siedlungsentwicklungen in der Zukunft abzubilden und Szenarien künftiger Flächen-, Energie- und Stoffbilanzen zu entwickeln. Unterschiedliche Entwicklungspfade, die mit größerer oder geringerer Wahrscheinlichkeit beschriftet werden, sind jeweils mit spezifischen Umweltbelastungen und Flächeninanspruchnahmen verbunden. Szenarien ermöglichen es, den Flächenaufwand für Neubautätigkeiten abzuschätzen und im Stadtgebiet „verräumlicht“ darzustellen.

Das folgende Beispiel zeigt zwei Entwicklungsvarianten, die für eine (ostdeutsche) Großstadt mit sinkender Einwohnerzahl für einen Zeitraum bis 2020 errechnet wurden (Deilmann/Gruhler 2005). Im Referenz-Szenario wird davon ausgegangen, dass ähnlich wie bisher nur 15 Prozent des Neubaus auf Brachen, 25 Prozent als Nachverdichtung und 60 Prozent als Neuinanspruchnahme erfolgen wird. Im Alternativszenario „Komplexer Stadtumbau“ sind die Relationen auf 50 Prozent Brachennutzung, 25 Prozent Nachverdichtung und lediglich 25 Prozent Neuinanspruchnahme gesetzt. Zudem wird in Variante zwei bei der Wahl der Bebauungsstrukturtypen die Relation Mehrfamilien-

(6) Zuwachs der Pro-Kopf-Anteile an Freiflächen, Gebäude- und Straßenoberflächen in einer schrumpfenden Großstadt bis zum Jahr 2020

Angegeben in Tonnen pro Hektar Nettowohnbauland (t/ha NWBL), 2001 = 100 Prozent
Quelle: IÖR



hausbebauung gegenüber Ein- und Zweifamilienhäusern geringfügig höher angesetzt.

Da im Alternativszenario weniger Ein- und Zweifamilienhäuser und die Hälfte aller Neubauten auf Brachflächen gebaut werden, sinkt die Neuinanspruchnahme von Bruttowohnbauland¹¹ um ganze drei Viertel, zugleich vermindert sich der stoffliche Aufwand für neu zu erschließende Straßen und Leitungen um rund 70 Prozent.¹² Nachdem im Referenz-Szenario beim Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhaus-Neubau „grüne Wiese“ in Anspruch genommen wird, muss auch die erschließende Infrastruktur vollständig neu bereitgestellt werden. Auch wenn das weiter oben dargestellte Fallbeispiel zur Beeinflussbarkeit der Infrastrukturkostenentwicklung durch stadtplanerische Entscheidungen aufgrund der gewaltigen Größe der bereits bestehenden Netze wenig Anlass zur Hoffnung auf finanzielle Entlastungen für die Stadtbewohner gibt, so besteht bei der kleinräumigen Neuinanspruchnahme sehr wohl ein erhebliches Einsparungspotenzial an Flächen und Ressourcen.

Betrachtet man dies auf gesamtstädtischer Ebene, so zeigen beide Stadtentwicklungsszenarien allerdings trotz aller Bemühungen um eine kompakte Stadt einen deutlichen Anstieg der Inanspruchnahme städtischer „Oberflächen“ je Einwohner. Der Pro-Kopf-Anteil an Straßen-, Frei- und Wohnfläche nimmt in beiden Fällen um etwa 20 Prozent zu. Das zumindest lässt die Zukunft für eine Stadt mit Bevölkerungsrückgang erwarten. In wachsenden Städten ist der Flächenzuwachs je Einwohner moderater anzusetzen.

Immerhin kann der sehr ambitionierte komplexe Stadtumbau auch in schrumpfenden Städten die Steigerung

der Gebäudeoberflächen-Inanspruchnahme dämpfen. In diesem Szenario entfallen auf jede Person weniger Quadratmeter an Wänden und Dächern als im Business-as-usual-Szenario. Da mit der Gebäudeaußenhaut Transmissionswärmeverluste verbunden sind, kann hierin durchaus ein Beitrag zur Erhöhung der Pro-Kopf-Energieeffizienz bei der Raumwärme liegen.¹³

Fazit

Errichtung, Erhaltung und Betrieb der gebauten Umwelt sind verantwortlich für einen wesentlichen Anteil der gesellschaftlichen Inanspruchnahme von Ressourcen, von Stoffen, Energie und Flächen. Die Ressourcenintensität wird ganz wesentlich durch die räumlichen Strukturen unserer Siedlungsweise bestimmt. Gebäude werden heute zwar effizienter betrieben als noch vor zehn Jahren, doch zugleich nimmt die Nutzungsintensität ab. So steigt – trotz aller Bemühungen – die Rohstoff- und Flächenintensität pro Kopf, pro Arbeitsplatz und pro Jahr an. Die Siedlungsdichte geht zurück und damit die infrastrukturelle Effizienz. Dies geschieht in Wachstums- wie in Schrumpfungregionen in unterschiedlicher Ausprägung – einerseits durch weiteren Anstieg des Einfamilienhausanteils am Gesamtgebäudebestand, andererseits durch Abwanderung und Wohnungsüberangebot und dem daraus resultierenden Wohnungsleerstand und Rückbau in bereits voll erschlossenen Gebieten.

Diese Entwicklung steht im Widerspruch zu den räumlichen Zielen der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie: der Erhöhung der stofflich-energetischen Effizienz und der Verminderung der Flächenneuanspruchnahme. Überdehnte Erschließungs- und Infrastrukturerfordernisse bei sinkender Bevölkerungszahl lassen die relativen Aufwendungen und Kosten für technische Infrastrukturen anwachsen. Auch wenn die hier dargestellten Forschungsergebnisse von der ostdeutschen Problematik geprägt sind, lässt sich an ihnen doch erkennen, dass die Zeiten zum Umsteuern nicht einfach werden. Ein siedlungsstrukturelles Zusammenrücken ist schwierig – so zeigen die Szenarien aus schrumpfenden Städten –, das Rad der Flächeninanspruchnahme lässt sich kaum zurückdrehen. Befinden wir uns zudem in einem wohnungswirtschaftlichen Umfeld geringer Renditen, so wird weniger investiert und die Manövriermasse für die Stadtentwicklung schwindet. Wir müssen also heute bei noch gutem Investitionsklima auf hohem Niveau bauen – und städtebaulich am richtigen Standort. Wenn es „klamm“ wird auf dem Wohnungs- und Immobilienmarkt, wird der Umbau immer schwieriger.

AUTOR:

Clemens Deilmann, Jg. 1954, Studium der Architektur an der RWTH Aachen und an der A.A. School of Architecture London; freischaffender Architekt, seit 1992 Abteilungsleiter am Leibniz-Institut für Ökologische Raumentwicklung, Dresden e.V. (IÖR), seit 2005 zudem Forschungsschwerpunktleiter „Ressourceneffizienz von Siedlungsstruktur“; Schwerpunkte Stoffstromanalysen zu Bauen, Wohnen und Infrastruktur, Implementation bauökologischen Wissens in die alltägliche Planungspraxis, stadtstrukturelle Analysen. E-Mail: C.Deilmann@ioer.de

ANMERKUNGEN:

- 1 Nutzenergie pro Einwohner für das Bauen und Wohnen
- 2 Ausgehend von der 10. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung
- 3 Der stetige und notwendige Ersatzneubau ist hierbei noch nicht berücksichtigt.
- 4 Die Studie wurde als Kooperationsprojekt von IÖR und IWH Halle, mit Unterstützung des Ingenieurbüros Baur+Kropp Dresden, durchgeführt. Das Ingenieurbüro Baur+Kropp Dresden errechnete die Infrastrukturnetz-längen und betrachtete unterschiedliche Erhaltungsstrategien. Das Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH) hat darauf aufbauend Szenarien zur Kostenentwicklung der genannten Infrastrukturbereiche bis zum Jahr 2030 errechnet. Den drei Kommunen wurde Anonymität zugesichert, sie können daher nicht namentlich erwähnt werden.
- 5 Untersuchungsgegenstand war nicht die Höhe der künftigen Investitionsausgaben, sondern der daraus abgeleitete bewertete Güterverzehr im Sinne der kaufmännischen Buchführung (vgl. Haug/Deilmann 2008).
- 6 Allerdings ist die letztgenannte Kostenzuordnung auf Grund der teilweisen Einordnung im Kernhaushalt einer Kommune empirisch schwieriger zu ermitteln (alle genannten Kostensteigerungen in Preisen von 2007).
- 7 Die Rohstoffeffizienz ergibt sich aus dem Stofflager für Gebäude und Infrastrukturen sowie der Rohstoff-Neuinanspruchnahme.
- 8 Nettowohnbauland bezeichnet Grundstücke mit Wohnbauten samt interner Erschließung, Parkplätzen, Kinderspielflächen, Gärten etc., exklusive öffentliche Bauten und Anlagen wie Schulen, Nahversorger, Straßen und dergleichen.
- 9 Die durchschnittlichen Geschossflächen eines Strukturtyps können je nach Lage – in Kernstädten, im suburbanen oder im ländliche Raum – um den Faktor 2 schwanken.
- 10 Ab einer Geschossflächendichte von weniger als 0,3
- 11 Das Bruttowohnbauland besteht aus der für wohnbauliche Zwecke genutzten Grundstücksfläche, den Flächen für die Erschließung samt Gemeindebedarfsflächen, aber ohne öffentliche Grünflächen/Parks.
- 12 Ohne Berücksichtigung infrastruktureller Anpassungsnotwendigkeiten bei Brachflächennutzung
- 13 Die Oberflächen wurden entlang der Veränderungen der Stadtstrukturtypen im Zeitverlauf berechnet.

LITERATUR:

- Arlt, G. et al. (2001):** Auswirkungen städtischer Nutzungsstrukturen auf Bodenversiegelung und Bodenpreis. (IÖR-Schriften 34) Dresden
- Banse, J. / Effenberger, K.-H. (2006):** Ost- und Westdeutschland 2050. Bisherige Entwicklungen des Wohnungsmarktes und zukünftige demographische Trends. Expertise. Dresden (IÖR)
- BBR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2007):** Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung für die Fortschrittsberichte der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie – Flächenziele. (Forschung Heft 130) Bonn
- BBR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2006):** Siedlungsentwicklung und Infrastrukturfolgekosten – Bilanzierung und Strategieentwicklung, Endbericht Mai 2006. BBR-Online-Publikation 3/2006: http://www.bbr.bund.de/cln_005/nn_21272/DE/Veroeffentlichungen/BBR-Online/2002-2006/DL__ONo32006,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/DL_ONo32006.pdf
- Deilmann, C. et al. (2001):** Nachhaltige Entwicklung des Wohnungsbestandes in sächsischen Groß- und Mittelstädten. NAWO-Endbericht. Dresden (IÖR)
- Deilmann, C. / Gruhler, K. (2005):** Stoff- und Energieflüsse von Gebäuden und Infrastrukturen als Grundlage für ein vorausschauendes szenariogeleitetes Stoffstrommanagement. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 57 (2005) 7/8, S. 103–109
- Deilmann, C. / Gruhler, K. / Böhm, R. / Arlt, G. / Banse, J. / Effenberger, K.-H. / Hutter, G. / Iwanow, I. / Lehmann, I. / Möbius, M. / Neubauer, F.-S. / Schiller, G. / Siedentop, S. (2005):** Stadtbau und Leerstandsentwicklung aus ökologischer Sicht. München 2005 (oekom)
- Deilmann, C. / Haug, P. (2008):** Infrastrukturkosten steigen! In: Bundesbaublatt 57 (2008) 10, S. 42–44
- Duhme, F. / Pauleit, St. (1999):** Stadtstrukturtypen. Bestimmung der Umweltleistungen von Stadtstrukturtypen für die Stadtplanung. In: Raumplanung 4/1999, S. 33–4
- Effenberger, K.-H. / Deilmann, C. (2005):** Sachsen 2050. Auswirkungen des demographischen Wandels auf den Wohnungsmarkt. (IÖR-Texte 145) Dresden
- Gassner, E. / Heckenbücker, B. / Thünker, H. (1986):** Entwicklung des Erschließungsaufwandes nach Flächeninanspruchnahme, Bau- und Bodenkosten. Forschungsbericht. (Informationszentrum Raum und Bau, Fraunhofer-Gesellschaft, IRB, T 1845) Stuttgart (IRB Verlag)
- Gruhler, K. et al. (2002):** Stofflich-energetische Gebäudesteckbriefe. Gebäudevergleiche und Hochrechnungen für Bebauungsstrukturen. (IÖR-Schriften 38) Dresden
- Haug, P. / Deilmann, C. (2008):** Kommunale Netzinfrastruktur: Demographischer Wandel, Stadtbau und Ersatzbedarf als künftige Kostenfallen? In: InfrastrukturRecht 5/2008, 11, S. 322–325
- Konzept Nachhaltigkeit (1998):** Konzept Nachhaltigkeit – vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlußbericht der Enquete-Kommission des 13. Deutschen Bundestages. Bonn
- Menkhoff, H. / Blum, A. / Bendisch, E. / Wente, E. (1979):** Städtebauliche Verdichtung und ihre Bewertung. Querschnittsuntersuchung von Demonstrativbauvorhaben. (Schriftenreihe „Versuchs- und Vergleichsbauten und Demonstrativmaßnahmen“ des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Heft 01.067) Bonn
- Rat für nachhaltige Entwicklung (2004):** Empfehlung des Rates für nachhaltige Entwicklung vom 1.4.2004: „Mehr Wert für die Fläche: Das Ziel 30 ha für die Nachhaltigkeit bei der Entwicklung von Stadt und Land“
- Schiller, G. (2007):** Urban infrastructure: challenges for resource efficiency in the building stock. In: Building Research & Information 35/2007, 4, pp. 399–411
- UBA, Umweltbundesamt (1999):** Bauen und Wohnen – Bedürfnisse und Stoffströme. Berlin (UBA)
- UBA, Umweltbundesamt (2003):** Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich „Öffentliche Infrastruktur“. Endbericht. Berlin
- UBA, Umweltbundesamt (2008):** Von der Außen- zur Innenentwicklung in Städten und Gemeinden. Erarbeitung von Handlungsvorschlägen sowie Analysen der ökologischen, ökonomischen und sozialen Wirkung einer Neuorientierung der Siedlungsentwicklung (Langtitel). Das Kostenparadoxon der Baulandbereitstellung (Kurztitel). Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes (FKZ 203 16 123/02). Im Erscheinen
- Werner, P. / Deilmann, C. / Schiller, G. / Lützkendorf, T. / Fritsche, U. (2004):** Kriterien und Indikatoren für ein nachhaltig umweltverträgliches Bauen und Wohnen. Endbericht. Darmstadt, Dresden, Karlsruhe