



## Flächennutzungsmonitoring III Erhebung – Analyse – Bewertung

IÖR Schriften Band 58 · 2011

ISBN: 978-3-941216-68-6

### **Kleinräumige quantitative Abschätzung des deutschen Gebäudebestandes – Ausgangslage und Perspektive**

*Martin Behnisch, Gotthard Meinel*

Behnisch, M.; Meinel, G. (2011): Kleinräumige quantitative Abschätzung des deutschen Gebäudebestandes – Ausgangslage und Perspektive. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring III. Erhebung – Analyse – Bewertung. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 58, S. 47-59.

# Kleinräumige quantitative Abschätzung des deutschen Gebäudebestandes – Ausgangslage und Perspektive

*Martin Behnisch, Gotthard Meinel*

## Zusammenfassung

Dieser Beitrag fokussiert auf Ansätze, die der Abschätzung des deutschen Bestandes von Wohn- und Nichtwohngebäuden dienen. Insbesondere werden rasterbasierte Gebäudedaten sowie gemeindescharfe Schätzergebnisse eines bereits etablierten Ansatzes vorgestellt, analysiert und bewertet. In Verbindung mit modernen Daten der amtlichen Geoinformation (Geobasisdaten) zeichnen sich neue, innovative Möglichkeiten ab, um künftig auf kleinräumiger Ebene den Gebäudebestand zu bestimmen. Das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) verfolgt vor diesem Hintergrund mit dem Projekt „Raumbezogenes Data Mining“ das Ziel, analytische Potenziale und Visualisierungsmöglichkeiten von zeitgemäßen Methoden des Data Mining und der Knowledge Discovery für die Raumforschung zu erschließen und in der Perspektive verborgene planungsrelevante Raummuster und Zusammenhänge im hochdimensionalen Geodatenbestand zu extrahieren.

## 1 Problemaufriss

Die große gesellschaftliche Herausforderung des 21. Jahrhunderts, eine dauerhaft umweltverträgliche Entwicklung zu gewährleisten, bedingt einen sparsamen Umgang mit den immer knapper und teurer werdenden Ressourcen Fläche, Rohstoffe und Energie (BMU 2007; Kristof, Hennicke 2010). Ein großer Teil der Ressourcen wird in Deutschland durch den Gebäudebestand und die umgebende Infrastruktur (z. B. Straßen, Plätze) beansprucht (Deutscher Bundestag 1998). „Von den jährlich durchschnittlich 51 t natürlichen Ressourcen (Bringezu 2004, 78), die jeder Mitteleuropäer im Jahr nutzt, resultieren, bezogen auf die Bevölkerung in Deutschland, ca. 30 % aus der Art, wie Menschen heute noch bauen und wohnen.“ (Wallbaum, Kummer 2006, 19). Etwa 40 % der Endenergie wird in Gebäuden für Beleuchtung, Wärme und Kühlung verbraucht und verursacht fast 20 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen (Bundesregierung 2009, 9; BBR 2007, 1). Dies entspricht europäischen Vergleichsdaten (EU 2011). Zugleich werden in privaten Haushalten 85 % des gesamten Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser eingesetzt (destatis, 2010a). Mit Blick auf die Ressource Fläche zeigt sich, dass die zusätzliche Inanspruchnahme von Restflächen, d. h. unversiegelten Flächen einschließlich Flächen mit wichtigen ökologischen Funktionen, zugenommen hat (Bundesregierung 2009: 32). Der steigende Anteil kleinerer Haushalte und der zunehmende Wohnflächenkonsum üben Veränderungsdruck auf die Flächennutzungsmuster aus. Aktuelle Befunde der

Raumforschung (Jessen et al. 2011; Siedentop et al. 2011) konstatieren ein hoch komplexes Patchwork von divergierenden räumlichen Entwicklungen, die noch erhebliches raumstrukturveränderndes Potenzial in sich bergen.

Der Gebäudebestand ist aufgrund der Herausforderungen zur Ressourceneffizienz und zur Reduktion von CO<sub>2</sub> sowie seiner volkswirtschaftlichen Bedeutung (BBSR 2011) verstärkt ins politische Interesse gerückt (z. B. CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm, Sanierungsfahrplan, KfW-Programm Energetische Stadtsanierung oder EU-Gebäuderichtlinie: EBPD 2010). Bis 2050 soll ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand entstehen. Deutschland ist mit einem durchschnittlichen jährlichen Bauvolumen von 228,5 Mrd. Euro der größte Bauproduzent in Europa (BBSR 2010, 1) und trägt wesentlich zur Stabilisierung der europäischen Baunachfrage bei (Oxford Economics 2009). Die deutsche Bauwirtschaft ist mit ca. 2,6 Mio. Beschäftigten und ca. 300 000 Betrieben (Bundesvereinigung Bauwirtschaft 2011) ein wichtiger Arbeitgeber und Wirtschaftsbereich – der Anteil der Bauinvestitionen am BIP liegt trotz erheblicher Strukturveränderungen und konjunktureller Schwierigkeiten bei rund 10 % (BBSR 2010, 1). Das in Immobilien gebundene Kapital beträgt nach aktuellen Schätzungen weit über 50 % des Volkswertvermögens (destatis und Deutsche Bundesbank 2010). Das Anlagevermögen in Bauten beläuft sich auf über 11 Billionen Euro (davon 57 % Wohnbau und 43 % Nichtwohnbau; destatis 2010b). Unbestritten ist die Relevanz der Baumaßnahmen am vorhandenen Gebäudebestand (Euroconstruct 2011). Im internationalen Vergleich wird Deutschland eine herausragende Rolle beim Anteil der Bestandsmaßnahmen im Wohnungsbau zugeschrieben (Anteilswert >70 %). Im Nichtwohnungsbau (~56 %) und Tiefbau (~43 %) werden konstante Relationen zwischen Neubau- und Bestand prognostiziert.

Im Gegensatz zur wachsenden Bedeutung der Baumaßnahmen zur Erhaltung und (priorisierten bzw. etappierten) Modernisierung des Gebäudebestandes gibt es über die Ausgangsgrößen, also die Wohngebäude sowie insbesondere die Nichtwohngebäude, keine aktuellen vollständigen und differenzierten Bestandsdaten. Dies ist nicht nur ein nationales, sondern ebenso ein europäisches Problem, dessen Lösung noch aussteht (Diefenbach et al. 2010; BIPE, ifo Institut 1999). Von besonderem Interesse sind neben der Gebäudeanzahl abgesicherte Daten über Alters-, Nutzungs- und Besitzerstrukturen, Bauqualität und Bauzustände sowie entsprechende dynamische Eigenschaften (u. a. Lebenszyklusedanke, Wertschöpfungskette, Ressourcenverbrauch und Umweltrelevanz). Es besteht erheblicher Bedarf an aktuellen raumbezogenen Erkenntnissen, die eine planungsbezogene Strategieentwicklung unterstützen und der begründeten Entscheidungsfindung zum angemessenen Umgang mit dem Gebäudebestand dienen. Vor dem Hintergrund des Bedarfs an bestandsorientierten Grunddaten erscheinen die Kernthemen dieses Beitrages für den Dialog geeignet: „Bestandsaufnahme – Erhebung und Abschätzung“ sowie „Quantifizierung – Mehrwert moderner Geoinformation“. Die zukunftsfähige Entwicklung und umweltverträgliche Optimierung des Gebäudebestandes ist in jedem Falle eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung.

## 2 Bestandsaufnahme – Erhebung und Abschätzung

Zur mengenmäßigen Erfassung des deutschen Gebäudebestandes wurden in der Vergangenheit zahlreiche Ansätze verfolgt, die hier verkürzt dargestellt werden. Es handelt sich entweder um (amtliche) Vollerhebungen oder angewandte Techniken zur Abschätzung:

*Statistische Vollerhebungen:* Umfangreiches Datenmaterial zur Qualität, Quantität und Struktur des deutschen Gebäudebestandes liefern die Vollerhebungen in Form der Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ). Diese sind jedoch mit hohen Kosten und großem Arbeitsaufwand verbunden und werden deswegen nur in sehr großen Zeitabständen durchgeführt. In der Regel werden die GWZ gemeinsam mit Volkszählungen anberaumt. Die GWZ richten die Erhebungsdokumente auf die gewünschten Merkmale und Tatbestände aus und bieten den Vorteil, dass sie eindeutigen Begriffsstrukturen unterliegen. Um das Datenmaterial im Detail zu bewerten, sind die Veröffentlichungen der jeweiligen Zählung einzusehen: Folgende Zeitpunkte für die BRD: 1950, 1956, 1961, 1968, 1987, 1995 bzw. die DDR: 1950, 1971, 1981. Seit 1950 wurde im Rahmen der GWZ aus Kostengründen auf die Erhebung von Nichtwohngebäuden in der BRD verzichtet. Von amtlicher Seite wurde seit der Wiedervereinigung im Jahre 1990 eine gesamtdeutsche Abschätzung des Wohnbaus nur über Fortschreibungsstatistiken und temporäre Stichproben realisiert. Für das frühere Bundesgebiet (BRD) wurden davor zuletzt Gebäudedaten am Zählungstichtag des 25.05.1987 und für die fünf ostdeutschen Länder und Berlin-Ost am 30.09.1995 erhoben. Die neue GWZ – mit Zählungstichtag 09.05.2011 – wird für den Wohnbau erstmals in allen 16 Bundesländern vergleichbare Daten veröffentlichen (voraussichtliche Veröffentlichung geplant 18 Monate nach Stichtag am 09.11.2012). Das Datenmaterial erlaubt weder die kleinräumige objektscharfe Verortung noch die vertiefende kleinräumige Analyse.

*Geometrische Vollerhebung:* Die von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV 2011) als verbindlich geltenden Objektschlüsselkataloge (OSKA) beschreiben die Grundrissinformation des Liegenschaftskatasters (Flurstücke, Gebäude). Es können mithilfe der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) bzw. in Bayern der Digitalen Flurkarte (DFK) u. a. die Gebäudeanzahl, die Gebäudegrundfläche und die dazugehörige Nutzung kleinräumig bestimmt werden. Die regionalen Katasterbehörden bemühen sich um die kontinuierliche Aktualisierung des gesamten Datenbestandes – in Innenstadtbereichen ebenso wie in ländlichen Regionen. Aktuell wird aber die flächendeckende Analyse zum deutschen Gebäudebestand auf Basis von Liegenschaftsinformationen noch erheblich erschwert, da der Bearbeitungsstand der ALK sehr stark zwischen den einzelnen Bundesländern variiert. Die Datenaktualität wird ausführlicher im Beitrag von Meinel, Scheffler in diesem Band diskutiert. Zukünftig werden nach Beschluss der AdV die bisherigen Teilkomponenten ALK und ALB (automatisiertes Liegenschaftsbuch) in ein System, dem

amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®) integriert und der Aufbau eines vollwertigen Geoinformationssystems angestrebt. ALKIS® ist in ein sogenanntes ‚AAA-Referenzmodell‘ eingebettet, das internationalen Normen (ISO/TC 211, OGC) und einer einheitlichen Modellierung unterliegt.

Die amtlichen Hausumringe beschreiben als ein weiteres Produkt der amtlichen Geoinformation die georeferenzierten Umringspolygone von Gebäudegrundrissen. Sie basieren in der Regel auf der Automatisierten Liegenschaftskarte. Es werden keine Attribute vorgehalten, die eine differenzierte Quantifizierung unterstützen.

Die Hauskoordinaten (georeferenzierte Gebäudeadressen) werden aus einer Verknüpfung der Adresse (Lagebezeichnung) eines Gebäudes und seiner exakten Lage (Verortung einer Lagebezeichnung) beschrieben. Das Liegenschaftskataster bildet ebenfalls die Datengrundlage für die Hauskoordinaten (Abgabe in den Koordinatensystemen Gauß-Krüger, UTM oder geografische Koordinaten). Die Hauskoordinaten erfassen aber nur die Gebäude, die über eine postalische Anschrift verfügen. Der Bestand an Nebengebäuden wird somit häufig nicht erfasst. Auch werden in diesen Geodaten keine Angaben über Nutzungsarten vorgehalten.

Als ergänzende Informationsquelle können ggf. Daten privater Geodatenanbieter, z. B. des Geomarketings, dienen, die auf anbieterspezifischen Erhebungsgrundlagen basieren (Infas Geodaten 2009).

*Fernerkundung:* Die Fernerkundung stellt im Kontext des Gebäudebestandes ein sehr junges Medium zur Daten- und Informationsgewinnung dar. Die Stärke der Fernerkundung liegt darin, Bilddaten in quantifizierbare Information zu transferieren. Die Erdbeobachtung ist ein unabhängiges, vergleichsweise günstiges, flächendeckendes und vor allem aktuelles Instrumentarium zur Gewinnung von bestandsorientierten Informationen. Die Gebäudenutzung ist zwar nicht direkt aus Luft- oder Satellitenbilddaten ableitbar, aber physische Strukturmerkmale können Hinweise auf die Gebäudeexistenz teilweise auch die Nutzung geben. Fernerkundungssensoren, wie z. B. WorldView I & II, Geoeye, Ikonos oder Quickbird, zeigen kleinräumige Strukturen und bilden die Untersuchungseinheiten als ein heterogenes System von Gebäuden, Straßen und Freiflächen ab. Multisensorale EO-Daten (z. B. QuickBird in Kombination mit flugzeuggetragene Laserscanning-Daten) führen zu sehr detaillierten Daten. Im Ergebnis sind dann beispielsweise Gebäudegröße, Gebäudehöhe, Dachtyp, Lage u. a. quantifizierbar. Flugzeuggetragene Sensoren eröffnen langfristig Perspektiven zur (automatisierten) Inventarisierung von Katasterdaten. Das Problem ist längst nicht mehr die Erhebung selbst, das Problem ist die sichere automatisierte Ableitung der gewünschten Gebäudeinformationen.

*Kennziffermethode:* Die Schätzung mithilfe städtebaulicher Orientierungswerte eröffnet die Möglichkeit, sowohl das Mengengerüst des Gesamtbestandes als auch ergän-

zend dazu ausgewählte Nutzungsklassen zu quantifizieren. Für diesen Zweck müssen städtebauliche Richtlinien (u. a. sektorspezifische Kennziffern, wie z. B. Bürofläche pro Beschäftigter oder nutzerbezogene Kennziffern, wie z. B. Nutzfläche pro Schüler) ausgewertet werden, um annähernd eine Vorstellung von der Gebäudemenge zu erhalten, die in den angewendeten Planwerken der Vergangenheit formuliert wurden. Es lassen sich im Idealfall sowohl Gebäudezahlen als auch Flächen abschätzen. Allerdings ist die Genauigkeit insofern als kritisch einzustufen, als die Planungswerte nur selten mit der später tatsächlich realisierten Bebauungsstruktur übereinstimmen. Oftmals sind die zu Grunde gelegten Kennziffern und Nutzerzahlen auch räumlich geographisch sehr heterogen. Das Verfahren kann aus diesen Gründen letztlich nur ungenaue Gebäudeschätzwerte liefern.

*Kumulationsverfahren:* Die Aufsummierung der jährlichen Nettozugänge (= Bruttozugänge aus Fertigstellungen und Umbuchungen abzüglich Abgänge durch Abriss oder Umnutzung) ist zu empfehlen, um sich eine Vorstellung vom Gebäudemengengerüst und seiner Dynamik zu verschaffen. Die amtliche Bautätigkeitsstatistik bildet dazu eine wichtige Datenquelle. Es werden Wohngebäude, Wohnungen und Nichtwohngebäude nach Nutzungsklassen (z. B. Bürogebäude, Landwirtschaftliches Betriebsgebäude oder Anstaltsgebäude) differenziert ausgewiesen. Als zusätzliche Attribute werden Anzahl, Nutzfläche, Brutto-rauminhalt sowie Baukosten geführt. Die Aufsummierung bleibt aber insofern problematisch, da von Seiten der amtlichen Statistik der Gesamtbestand (Vollbestand) aus Wohn- und Nichtwohnbauten zuletzt im Jahre 1950 erfasst wurde. Es handelt sich dabei um eine relativ rudimentäre und räumlich nicht besonders hoch aufgelöste Erhebung (keine Gemeindedaten). Die zuvor genannten Zeitreihen der Bestandsveränderung sind somit nur bedingt geeignet, um den heutigen Gesamtbestand im Sinne einer Fortschreibungsstatistik herzuleiten. Es mangelt nach wie vor an zuverlässigen Erhebungen, die den Anfangsbestand bzw. den Bestand zu einem festen Zeitpunkt abbilden und dadurch die kumulative Vorgehensweise unterstützen.

Ergänzend anzumerken ist, dass einzelne Nutzungsklassen auch in nicht-amtlichen Unterlagen bereitgestellt werden, die aber eigentlich zu anderem Zweck gesammelt wurden. Genannt seien beispielsweise Statistiken aus dem Kultur- und Bildungsbereich oder Informationen anderer bundesweiter Institutionen, wie dem Deutschen Hotel- und Gaststättenverband (DEHOGA) oder das Baukosteninformationszentrum deutscher Architektenkammern (BKI). Es handelt sich zumindest mit Blick auf die Genauigkeit der amtlichen Statistik um ein datentechnisch fundiertes Verfahren. Dies ist jedoch für sich alleine ohne Kombination mit weiteren Techniken der Nacherfassung von Gesamtbeständen nicht geeignet, um den heutigen Gesamtbestand vollständig zu quantifizieren. Dies ist sowohl räumlichen als auch zeitlichen Datenlücken geschuldet.

*Hochrechnungsverfahren:* Es kann auch indirekt auf die Bestandsmengen geschlossen werden, indem man Daten aus vorhandenen vorrangig amtlichen Statistiken in-

telligent kombiniert. Ein Beispiel für ein Hochrechnungsverfahren sind Relationen von Bestands- und Neubaudaten im Wohnbau. Diese können dazu genutzt werden, um ähnliche Mengenrelationen für den Nichtwohnbau anzunehmen. Ausgehend von der jüngeren Entwicklung wird der Gesamtbestand im Nichtwohnbau rückwärtig hochgerechnet. Der Ansatz ist aber weder konjunktur- noch marktbereinigt. Es handelt sich somit hier nur um ein stark vereinfachtes Schätzverfahren, welches lediglich eine erste Grobeinschätzung erlaubt. Eine weitere Möglichkeit ist das Anlagevermögen, welches ein Hilfskonstrukt ist, um die Bestandsmengen sowohl für die Kategorie Wohnbau (= Wohngebäude) als auch Nichtwohnbau abzuschätzen (= Nichtwohngebäude sowie bauliche Anlagen und sonstige Bauten, d. h. Straßen, Brücken, Flugplätze, Kanäle u. a.). Mithilfe von Kostenkennzahlen wird die Hochrechnung realisiert (z. B. €/Gebäude, €/Fläche, €/Volumen). Zur Qualitätskontrolle eignen sich die fortgeschriebenen Angaben zum Bestand der Wohngebäude aus der amtlichen Statistik (z. B. Wohngebäudeanzahl). Die Validierung der Ergebnisse kann nur über den Vergleich mit bereits existierenden Schätzdaten erfolgen. Der Nichtwohngebäudebestand kann auf dieser Datengrundlage nicht in weitere Nutzungsklassen ausdifferenziert werden. Als dritte Möglichkeit eignet sich die Kombination von Gebäudedaten der amtlichen Vermessung und relativ leicht verfügbaren Daten der amtlichen Statistik (z. B. Bevölkerungsdaten). Anhand von bekannten Referenzobjekten (räumliche Untersuchungseinheiten) wird auf weitere, bisher nicht charakterisierbare Objekte geschlossen. Als bekannt wird ein Objekt bezeichnet, wenn sowohl allgemein statistisches Datenmaterial als auch Bestandsdaten vorliegen. Es handelt sich um ein rechercheintensives Verfahren, welches aber auf statistisch signifikanten Zusammenhängen basiert.

Tab. 1: Ausgewählte Arbeiten zur Schätzung des deutschen Gebäudebestandes

Bezeichnung	Raumbezug	Zeitbezug	Q	Z	F	V	A	N	O	K
Gierga, Erhorn 1993	National	1988		X	X					
EUROPARC 1999	National	1998			X		X	X		
Dt. Bundestag 1998	National	1991			X		X	X		
Thinh, Flöter 2009	Stadt	2009	X			X			X	
Behnisch, Ultsch 2009	Gemeinden	2007	X	X						
Diefenbach et al. 2010	Kehrbezirke	2010								X

\* Q = Qualitätskontrolle bzw. Ansatz zur Überprüfung der Genauigkeit; Z = Anzahl; F = Fläche; V = Volumen; A = Altersklasse; N = Nutzungsklasse; O = Gebäudeoberfläche; K = Konstruktion

Tabelle 1 dokumentiert ausgewählte Schätzansätze und ihre jeweiligen Eigenschaften. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die genannten Ansätze von sehr unterschiedlicher Komplexität gekennzeichnet sind. Die meisten Hochrechnungen legen den Schwerpunkt auf die nationale Ebene. Wirklich belastbare Bestandsdaten zu Flächen und Volumina der Nichtwohngebäude liegen allerdings noch nicht vor (BMVBS 2011, 11).

Für einzelne Städte wurden Gebäudevolumen und Gebäudeoberflächen mit Laserscannerdaten systematisch quantifiziert (Thinh 2009). Die Validierung erfolgt mit Daten des SettlementAnalyzer (Meinel et al. 2009). Der gemeindegroße Schätzansatz (Behnisch, Ultsch 2009) bildet für diesen Beitrag das Referenzsystem, da dieser sowohl räumlich hoch aufgelöst konzipiert wurde als auch im Vergleich zu seinen Vorgängerarbeiten überprüfbar ist, d. h. es wurde explizit die Genauigkeit nachgewiesen.

### 3 Quantifizierung – Mehrwert moderner Geoinformation

In jüngster Zeit deuten standardisierte Erhebungsprogramme (z. B. ALKIS® als Referenzmodell, siehe dazu auch den Beitrag von Kunze in diesem Band), darauf hin, dass die Quantifizierung des deutschen Gebäudebestandes und dessen feinteilige, attributive Charakterisierung künftig erleichtert werden. Der Beitrag von Wolfram in diesem Band verweist in Verbindung mit dem theoretischen Konzept sozio-technischer Systeme auf das Potenzial, welches sich durch die intelligente Nutzung von Geoinformationstechnologien darbietet. Im Folgenden werden Daten der Gebäudeadressen sowie gemeindegroße Bestandskennwerte vorgestellt. Aufgrund der Analyse und Verschneidung verschiedener Datenquellen liegen erste Resultate auf kleinräumiger Ebene vor und ermöglichen vertiefende Folgearbeiten.

#### 3.1 Bestandsmengen auf kleinräumiger Ebene

Angestrebt wird die präzise Abschätzung des Gebäudebestandes auf kleinräumiger Ebene. Eine Möglichkeit dazu eröffnet sich in jüngster Zeit durch die Nutzung von Hauskoordinaten mit einer Lagegenauigkeit von  $\pm 0,5$  m. Es kann allerdings nur indirekt auf die Gesamtmenge des Gebäudebestandes geschlossen werden, da nur Gebäude mit einer postalischen Adresse erfasst sind. Aktuell existieren insgesamt ca. 22 Mio. Gebäudeadressen in Deutschland. Wahrscheinlich stehen davon 18 Mio. Gebäudeadressen in direktem Zusammenhang mit einer Wohnnutzung (destatis, 2011). Es lassen sich im Durchschnitt 80 % der Gebäudeadressen mit einer Wohnnutzung in Bezug setzen. Annähernd 650 000 Adressen stehen in Relation zu Industrie- und Gewerbeflächen. Die weiteren Gebäudeadressen stehen im Zusammenhang mit Flächen, wie zum Beispiel der besonderen funktionalen Prägung oder Flächen, die sich nicht im Bereich von Ortslagen befinden.

Für Berechnungen und Visualisierungen muss der Punktdatenbestand der Hauskoordinaten auf eine Bezugsfläche kumuliert werden. Rasterdaten haben durch die einheitliche Flächengröße gegenüber den ungleichen Flächengrößen von administrativen Gebiets-einheiten den Vorteil einer exakten flächenmäßigen Vergleichbarkeit. Abbildung 1 zeigt die adressierten Gebäude in einer Rasterkarte (1\*1 km Zellgröße) für das Jahr 2010 (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: Georeferenzierte Adressdaten Bund – GAB).



Ungefähr ein Drittel der Rasterzellen enthält kein adressiertes Gebäude, dies entspricht 132 850 Rasterzellen. Die Rasterzellen mit mindestens einem Gebäude (= 228 839 Rasterzellen) werden in vier Quantile klassifiziert, so dass jede Klasse letztlich über die gleiche Anzahl von Datenwerten verfügt. Drei Viertel dieser Rasterzellen verfügen demnach über weniger als 97 Gebäudeadressen. Erwartungsgemäß sind die Großstadtreionen, in denen rund 75 % der Bevölkerung leben, maßgeblich von einer großen Adressanzahl gekennzeichnet. 150 Gemeinden wurden identifiziert, die bereits über ein Viertel der adressierten Gebäude verfügen (= 5 656 082 adressierte Gebäude). Fast 2/3 der adressierten Gebäude entfallen auf die vier Länder Nordrhein-Westfalen (Anteilswert 20 %), Bayern (16 %), Baden-Württemberg (14 %) und Niedersachsen (11 %).

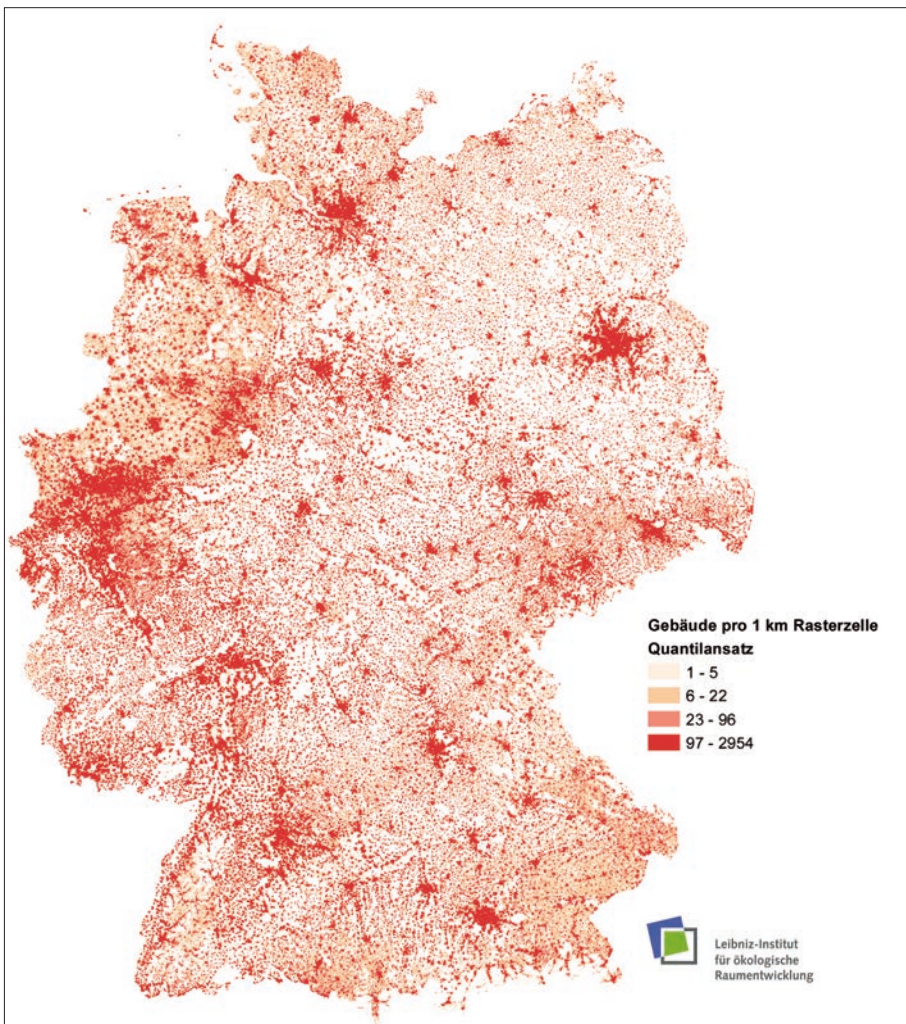


Abb. 1: Adressierte Gebäude im 1 km Raster 2010 (Quelle: BKG, eigene Berechnung, 2011)

### 3.2 Gemeindebezogene Bestandskennwerte im Vergleich

Anhand von leicht zugänglichen Gemeindestrukturdaten und auf Basis von Gebäude- und Adressdaten aus der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) konnte in der Vergangenheit der deutsche Gebäudebestand gemeindegerecht abgeschätzt werden (Behnisch, Ultsch 2009). Grundlage für die räumlich relativ hoch aufgelösten Schätzergebnisse bildete eine umfassende Dateninspektion (Verteilungsuntersuchung, Datentransformation) der Ausgangsdaten (ca. 130 Variablen, Zeitbezug annähernd 2007). Anhand von Korrelationsrechnungen und Scatter-Dichte-Plots wurde ein log-linearer Zusammenhang zwischen dem Wohnbaubestand und dem Gesamtbestand an Gebäuden (= Summe Gebäude aus der ALK) sowie der Bevölkerung und dem Gesamtbestand aufgedeckt. Mithilfe von Regressionsrechnung erfolgte die gemeindebezogene Schätzung, die mit Lern- und Testdatensätzen in ihrer Qualität geprüft wurde. Aus dem Schätzansatz wurden drei wesentliche Erkenntnisse gewonnen:

1. In Deutschland existieren vermutlich ca. 38 Millionen Gebäude.
2. 20 % der Gemeinden enthalten bereits 80 % des Gesamtbestandes.
3. Diejenigen Gemeinden mit einer großen Anzahl an Wohngebäuden bzw. einer großen Bevölkerungszahl weisen die größten Abweichungen bei den abgeschätzten Bestandsgrößen auf.

In Abbildung 2 wird dieses Schätzergebnis (Gesamtbestand) nun mit weiteren Kennwerten zum Wohnbau und der Anzahl von bekannten Gebäudeadressen untersetzt. Es

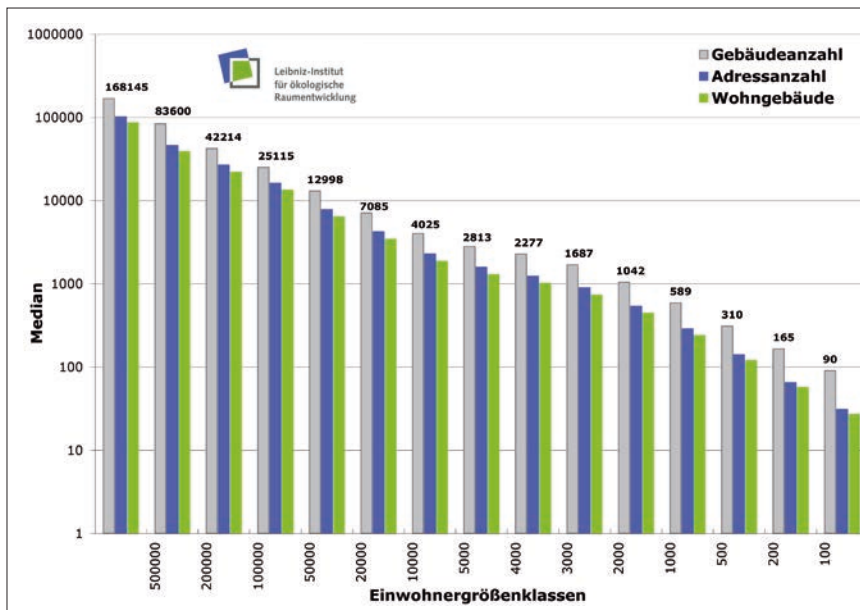


Abb. 2: Verschneidung von Gebäude- und Adressdaten nach Einwohnergrößenklassen der deutschen Gemeinden, Zeitbezug 2007 (Quelle: Behnisch, Ultsch 2009; BKG 2011)

handelt sich um den Vergleich des Medians, der für jede Einwohnergrößenklasse (Statistisches Bundesamt, Stand: 31.12.2009) ausgewiesen ist. Vermutlich verfügen demnach sehr viele Gemeinden über nicht adressierte Gebäude, die vorrangig im Nichtwohnbau als Nebengebäude zu suchen sind. Von den Autoren wird ein Schätzrisiko formuliert, da Gebäudedaten auf Gemeindeebene bundesweit nur schwer mit vollständig einheitlichem jährlichem Zeitbezug zu beschaffen sind.

## 4 Fazit und Ausblick

Ein quantitativer Ansatz, der kleinräumig die Quantifizierung des vollständigen Gebäudebestandes und eine fundierte Bestandsabschätzungen zu Alters- und Nutzungsklassen ermöglicht, ist bisher noch nicht etabliert (BMVBS 2011, 123). Da in der Vergangenheit mit verschiedenen Methoden Bestandsmengen in variierender Qualität und in unterschiedlicher Gliederungstiefe ermittelt wurden, reicht es nach Meinung der Autoren nicht aus, sich auf wenige Datenquellen und nur eine Schätzmethode zu beschränken. Es ist vielmehr hilfreich, diverse Ergebnisse für die jeweils aufgezeigten Techniken zu generieren und mithilfe von Gütemaßen zu vergleichen. Die resultierenden Angaben zum Bestand können sich dann idealerweise ergänzen, eine Bandbreite aufzeigen bzw. zur gegenseitigen Validierung genutzt werden. Unter dem Aspekt der wachsenden Verfügbarkeit von raumbezogenen digitalen Daten und leistungsstarker GI-Systeme ist damit zu rechnen, dass sich umfassendere Lösungsmöglichkeiten für die bestandsorientierte Raumanalyse ergeben werden. Das Datenmaterial wird nicht mehr nur auf administrative Einheiten aggregiert sein, so dass eine genauere Wiedergabe der tatsächlich vorhandenen Bestandssituation vorstellbar wird. In diesem Zusammenhang sei auch nochmals auf das Auswertungspotenzial verwiesen, das sich durch die bundesweit standardisierten Gebäudedaten eröffnet, d. h. Modellierungsformen, die Bezug auf das AAA-Referenzmodell nehmen.

Eine präzise Kenntnis der Bestandsmengen und räumlichen Eigenschaften ist im Hinblick auf die zukunftsorientierte Entwicklung des deutschen Gebäudebestandes von großem Vorteil. Gerade unter dem Gesichtspunkt der Ressourceneffizienz ist es wünschenswert, einen möglichst großen Anteil der vorhandenen Gebäudesubstanz und Infrastrukturanbindungen zu erhalten, zu nutzen sowie bei Bedarf durch Sanierungen (z. B. baukonstruktiv, technisch, energetisch, ökologisch u. a.) und intelligent geplante (kleinere) Umbauten aufzuwerten. Aufbauend auf den Resultaten der datengetriebenen Schätzansätze besteht die Herausforderung darin, direkt verständliche Grundlagen für Planer und Entscheidungsträger zu erarbeiten.

Es müssen nicht nur Datenmodelle entwickelt werden, sondern auch Erklärungs- und Messmodelle, die einen expliziten Raumbezug aufweisen und sich zur bestandsorientierten Wissensgewinnung sowie zur Strategieentwicklung eignen. Benötigt werden

neben ressourceneffizienten auch lebensstilgerechte Strategien, die Bezug auf die gesellschaftlichen Tendenzen der jüngeren Vergangenheit nehmen. Der Ressourceneinsatz wird beispielsweise beeinflusst durch die demographischen Veränderungen als differenzierte Muster von Bevölkerungswachstum und -rückgang; die Pluralisierungs- und Internationalisierungstendenzen der Gesellschaft, verbunden mit wahrnehmbaren Veränderungen der Lebens- und Konsumstile; die fortgeschrittene Transformation einer Industrie- in eine Wissensökonomie, gekoppelt an massive Veränderungen der Arbeits-, Waren- und Dienstleistungsmärkte in einem liberalisierten Weltmarkt. Vor diesem Hintergrund besteht erhöhter Bedarf für einen grundsätzlich veränderten Umgang mit dem Gebäudebestand. Nachverdichtung, Innenverdichtung, Nutzung von Brachen, aber auch Zwischennutzung und Rückbau sind in diesem Kontext planungsrelevante Handlungsfelder. Die Neuinanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche kann auf diese Weise deutlich reduziert werden.

## 5 Literatur

- Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) (2011): Objektschlüsselkataloge OSKA. Onlinedokument: [www.adv-online.de](http://www.adv-online.de) (Zugriff 13.08.2011).
- Behnisch, M.; Ultsch, A. (2009): Estimating the number of buildings in Germany. In: Fink, A.; Lausen, B.; Seidel, W.; Ultsch, A. (eds.): *Advances in Data Analysis, Data Handling and Business Intelligence* (Proc. of the 32nd Annual Conference of the Gesellschaft für Klassifikation e. V., July 16-18, 2008, Hamburg), Springer Verlag, Berlin, pp. 311-318.
- BIPE und ifo Institut (Hrsg.) (1998/99): *EUROPARC – Der Gebäudebestand in Europa: Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien und Spanien*, Boulogne-Billancourt und München (nicht veröffentlicht).
- Bringezu, S. (2004): *Erdlandung. Navigation zu den Ressourcen der Zukunft*. Stuttgart, Leipzig.
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2007): *Grundlagen für die Entwicklung von Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudebestand – Untersuchungen über die bautechnische Struktur und den Ist-Zustand des Gebäudebestandes in Deutschland*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Selbstverlag), Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2009): *Bestandsmaßnahmen stützen dauerhaft die Baunachfrage*. In: *BBSR-Berichte KOMPAKT 04/2009*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Selbstverlag), Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2010): *Die europäische Bauwirtschaft*. In: *BBSR-Berichte KOMPAKT 08/2010*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Selbstverlag), Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2011): *Struktur der Bestandsinvestitionen*. In: *BBSR-Berichte KOMPAKT 12/2011*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Selbstverlag), Bonn.

- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2006): Zukunft der Stadtentwicklung liegt im Bestand. Pressemitteilung vom 26. Oktober 2006, Nr.: 344/2006.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2011): Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland. BMVBS-Online-Publikation 16/11.
- Bundesministerium für Umwelt (BMU) (Hrsg.) (2007): Der ökologische New Deal – Gründung des Netzwerks Ressourceneffizienz. Onlinedokument: <http://www.netzwerk-ressourceneffizienz.de/info/presse/index.htm> (Zugriff 13.08.2011).
- Bundesregierung (Hrsg.) (2009): Unterrichtung durch die Bundesregierung. Bericht über die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Deutschland (04. Juni 2009), Bundestag Drucksache 16/13325.
- Bundesvereinigung Bauwirtschaft, (Hrsg.) (2011): Geschäftsbericht 2010. Selbstverlag, Berlin.
- Deutscher Bundestag (Hrsg.) (1998): Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ des 13. Deutschen Bundestages: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlussbericht. BT-Drucksache 13/11200. Bonn.
- Diefenbach, N.; Cischinsky, H.; Rodenfels, M.; Clausnitzer, K.-D. (2010): Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Institut Wohnen und Umwelt und Bremer Energieinstitut (Hrsg.), Darmstadt, Bremen.
- EPBD (2011): Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Abkürzungen: GEEG = Gesamtenergieeffizienz von Gebäude bzw. EPBD = Energy Performance of Buildings Directive). Neufassung: 8. Juli 2010.
- Euroconstruct (eds.) (2011): 71th Euroconstruct Summary Report (71st EUROCONSTRUCT Conference – Helsinki 16-17 June 2011). Online: <http://www.euroconstruct.org/index.php> (Zugriff 13.09.2011).
- European Commission (EU) (Hrsg.) (2011): Regional policy contributing to sustainable growth in Europe 2020. Onlinedokument: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/official/communic/comm\\_en.htm](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/communic/comm_en.htm) (Zugriff 13.08.2011).
- Gierga, M.; Erhorn, H. (1993): Bestand und Typologie beheizter Nichtwohngebäude in Westdeutschland, IKARUS Teilprojekt 5: Haushalte und Kleinverbraucher, Jülich.
- Infas Geodaten (Hrsg.) (2009): Marktführer Geomarketing. 2. Auflage, Bonn.
- Jessen, J.; Siedentop, S.; Zakrzewski, P. (2011): Rezentralisierung der Stadtentwicklung? Kleinräumige Untersuchung des Wanderungsgeschehens in deutschen Großstädten. In: Brake, K., Hefert, G. (Hrsg.): Reurbanisierung? Zwischen Diskurs und Realität. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Kristof, K.; Hennicke, P. (2010): Final Report on the Material Efficiency and Resource Conservation (MaRes) Project. Wuppertal.

- Meinel, G.; Hecht, R.; Herold, H. (2009): Analyzing Building Stock using Topographic Maps and GIS. In: Building Research & Information. Vol. 37 Nr. 5-6, S. 468-482.
- Oxford Economics (eds.) (2009): Global Construction Perspectives – Global Construction 2020, A global forecast for the construction industry over the decade to 2020, London.
- Siedentop, S.; Gornig, M.; Weis, M. (2011): Szenarien der Raumentwicklung. Interdisziplinäre Szenario-Werkstatt in Zusammenarbeit mit externen Experten. „Politikberatung kompakt“, Heft 60. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (destatis 2010a): Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Detaillierte Jahresergebnisse – Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 2: Energie, Rohstoffe. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (destatis 2010b): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung – Detaillierte Jahresergebnisse – Fachserie 18 Reihe 1.4. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (destatis) und Deutsche Bundesbank (Hrsg.) (2010): Sektorale und gesamtwirtschaftliche Vermögensbilanzen 1992-2010. Wiesbaden.
- Thin, N. X.; Flöter, A. (2009): Quantifizierung des Gebäudevolumens und der Gebäudeoberfläche in 116 kreisfreien Städten Deutschlands. In: Strobl, J.; Blaschke, Th.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2008. Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg. Heidelberg: Wichmann, 2008, S. 69-77.
- Wallbaum, H.; Kummer, N. (2006): Entwicklung einer Hot Spot-Analyse zur Identifizierung der Ressourcenintensitäten in Produktketten und ihre exemplarische Anwendung. Studie im Rahmen des BMBF-Projektes „Steigerung der Ressourcenproduktivität als mögliche Kernstrategie einer nachhaltigen Entwicklung“. Triple innova GmbH, Wuppertal.