



Flächennutzungsmonitoring VI Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz

IÖR Schriften Band 65 · 2014

ISBN: 978-3-944101-65-1

KLASTER – Kleinräumiges Analyseraster für den Zensus

Markus Sigismund

Sigismund, Markus (2014): KLASTER – Kleinräumiges Analyseraster für den Zensus. In: Gottfried Meinel, Ulrich Schumacher, Martin Behnisch (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VI. Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz. Berlin: Rhombos-Verlag, 2014, (IÖR-Schriften; 65), S. 159-167

KLASTER – Kleinräumiges Analyseraster für den Zensus

Markus Sigismund

Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt Kleinräumiges Analyseraster für den Zensus (KLASTER) im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ist ein Meilenstein: Im Rahmen des Projekts wertet das Statistische Bundesamt (DESTATIS) nicht nur erstmals den Zensus 2011 kleinräumig aus, sondern stellt überhaupt zum ersten Mal bundesweit kleinräumige Daten unterhalb der Gemeindeebene zur Verfügung. Das BMVI benötigt diese für viele Fragestellungen der Verkehrs- und Infrastrukturplanung. Das bisherige Angebot der amtlichen Statistik mit den Grundeinheiten Gemeinde und Kreis ist häufig zu grob.

Für die Weiterentwicklung eines kleinräumigen Datenangebots in der amtlichen Statistik wurden mit dem Zensus 2011, der INSPIRE-Richtlinie und vor allem mit Einführung der geografischen Gitterzelle als räumliche Bezugsgröße in § 10 BStatG zum 01.08.2013 wichtige Meilensteine erreicht. Das BMVI greift diese neuen Möglichkeiten auf und hat DESTATIS beauftragt, für die Verkehrsplanung elementare Merkmale des Zensus 2011 auf Basis kleinräumiger geografischer Gitterzellen (100 m x 100 m) auszuwerten und dem BMVI bereitzustellen. Zudem soll eine Gebietssystematik verwendet werden, die die geografischen Gitterzellen in Abhängigkeit von Mindestbesetzungsvorgaben aggregiert. Das Projekt wurde auch initiiert, um eine deutlich verbesserte, datenschutzkompatible Georeferenzierung bzw. Zuspiegelung von Raumstrukturdaten in Forschungsdatensätzen der Verkehrserhebungen des BMVI (z. B. „Mobilität in Deutschland“) zu ermöglichen.

Das BMVI – als oberste Bundesbehörde – hat als Nutzer des Zensus besondere Privilegien. Das Datenangebot an andere Nutzer bestimmen letztlich die Länder. Das Projekt ist geeignet, Impulse für den politischen Diskurs, insbesondere zwischen den föderalen Ebenen der Politik und der amtlichen Statistik zur Notwendigkeit und Machbarkeit der Bereitstellung kleinräumiger Daten, zu geben. Dieser Beitrag zeigt erste analytische und methodische Ergebnisse von DESTATIS.

1 Kleinräumiger Datenbedarf des BMVI

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) benötigt zur Erfüllung seiner Aufgaben im Bereich der digitalen Infrastruktur, der Raumordnung und insbesondere der Verkehrspolitik und -infrastrukturplanung belastbare kleinräumige Daten. Vor allem die Wirkungszusammenhänge zwischen Verkehr, Infrastruktur, Gesellschaft,

Natur und Umwelt können nur im Kontext räumlicher Zusammenhänge erklärt werden. Für viele Fragestellungen, z. B. wie viele Personen im Einzugsbereich eines Verkehrsknotens leben, wie viele Personen vom Verkehrslärm betroffen sind oder zur Erstellung des Breitbandatlases, bedarf es räumlich präziser Daten. Mit dem demografischen Wandel differenzieren sich die Räume stärker aus und der Bedarf an kleinräumigen Daten steigt. Denn die Trennlinien zwischen wachsenden und schrumpfenden, zwischen Gebieten mit überalterter Bevölkerung und solchen mit einem Zuzug junger Familien verlaufen häufig innerhalb von Gemeinden. Statistische Mittelwerte der Kreise oder Gemeinden sind hier wenig aussagekräftig. Welche räumliche Körnung unterhalb der Gemeindeebene erforderlich ist kann sehr unterschiedlich sein: Bei der Planung eines Verkehrsknotens können bereits Daten z. B. auf Ebene von Baublöcken oder Wohnquartieren ausreichend sein, bei bestimmten Fragen der Breitbandversorgung oder der Lärmbetroffenheit werden hingegen möglichst anschriftengenaue Daten benötigt.

2 Status quo der amtlichen Statistik nicht ausreichend

Das Datenangebot der amtlichen Statistik mit den Grundeinheiten Gemeinde und Kreis ist für die fachlichen Anforderungen des BMVI nicht ausreichend:

- Das Datenangebot ist nicht kleinteilig genug und zudem zu heterogen; für Berlin mit seinen 3,4 Mio. Einwohnern (EW) und für Gröde mit 11 EW gibt es jeweils einen Wert.
- Die Grundeinheiten sind nicht nach funktionsräumlichen, siedlungsstrukturellen Kriterien abgegrenzt und daher in der föderal unterschiedlichen Gemeinde- und Kreisstruktur kaum vergleichbar. Im ländlich geprägten Rheinland-Pfalz liegt die durchschnittliche Einwohnerzahl je Gemeinde z. B. bei rd. 1 700 EW, in Sachsen-Anhalt mit vergleichbarer Siedlungsstruktur bei rd. 10 500 EW – vor der Gebietsreform 2010/2011 waren es durchschnittlich 1 200 EW.
- Aufgrund der Gebietsreformen werden die Gebietseinheiten noch größer und heterogener. In den letzten zehn Jahren hat sich die Anzahl der Gemeinden in Sachsen-Anhalt um über 80 % reduziert, in Thüringen um mehr als 50 %, bundesweit um 14 %. Die Reformen sind auch der Grund dafür, dass es bundesweit unterhalb der Länderebene keine Zeitreihenangebote gibt.

Daten unterhalb der Gemeindeebene werden von den Statistischen Ämtern der Länder und des Bundes nicht angeboten. In den Großstädten gibt es häufig ein Angebot auf Basis einer innerstädtischen Gebietssystematik. Die Gebietssystematiken enden jedoch üblicherweise an der Stadtgrenze und sind methodisch und inhaltlich zwischen den Städten kaum vergleichbar. Zudem ist ein Datenzugang unterhalb der Gemeindeebene für Dritte politisch häufig nicht erwünscht. Ein aktuelles Rechtsgutachten unterstreicht die Position verschiedener kommunaler Akteure. „Mit Blick auf die Planungshoheit der

Gemeinden (...) darf es beispielsweise Privaten nicht ermöglicht werden, durch einen frühzeitigen Zugang zu planungsrelevanten Daten und daraus abgeleitete Maßnahmen die planerische Gestaltung durch die Kommunen faktisch einzuengen“ (Ziekow 2013). Vor diesem Hintergrund hat sich bisher auch keine Infrastruktur entwickelt, die überregional eine praxistaugliche Bereitstellung von kleinräumigen kommunalen Daten gewährleistet. Die Beschaffung von amtlichen kleinräumigen Daten ist – wenn überhaupt möglich – zeitlich und finanziell so aufwändig, dass das BMVI bzw. seine Auftragnehmer häufig auf das Datenangebot privater Anbieter ausweichen, anstatt amtliche Daten zu nutzen.

3 Meilensteine für ein kleinräumiges Analyseraster

In den letzten Jahren wurden bei den Rahmenbedingungen für eine Weiterentwicklung des Datenangebots in der amtlichen Statistik bedeutende Fortschritte erreicht:

- Die EU-Richtlinie INSPIRE (2007/2/EG) bildet den rechtlichen Rahmen für den Aufbau von Geodateninfrastrukturen und legt den Grundstein für fachliche und technische Normierungen. Für festgelegte Themen wird eine Bereitstellung vorhandener Geodaten eingefordert (z. B. Bevölkerung).
- Im Rahmen des Zensus 2011 wurden erstmals seit der Wiedervereinigung bundesweit kleinräumige soziodemografische Daten erhoben und gespeichert. Nur durch diese Vollerhebung lassen sich solche Daten bundesweit kleinräumig abbilden und hier grundlegende Fragen des Datenschutzes überprüfen.
- Mit der Novellierung des § 10 Bundesstatistikgesetz (BStatG) zum 01.08.2013 dürfen geografische Gitterzellen in der Auflösung von 100 m x 100 m (Hektarzelle) für die regionale Zuordnung der Erhebungsmerkmale genutzt werden.

Für den Nutzer werden die neuen Möglichkeiten jedoch erst dann zu einem Meilenstein, wenn es auch eine Auswertesystematik auf Basis der Gitterzellen gibt und kleinräumige Ergebnisse des Zensus 2011 und auch anderer amtlicher Statistiken zugänglich werden. Hier setzt das im Rahmen des Forschungsprogramms Stadtverkehr finanzierte Projekt KLAster an (FE-Nr. 70.891/2013).

4 KLAster – Rahmenbedingungen und Ziele

§ 22 Zensusgesetz gewährt obersten Bundesbehörden besondere Rechte bei der Zensusauswertung. Die Rahmenbedingungen zur Nutzung der Zensusdaten im Rahmen des Projekts sind dennoch auch für das BMVI zeitlich und inhaltlich begrenzt. Eine Zuordnung der im Zensus erhobenen Daten zu geografischen Gitterzellen nach § 10 BStatG ist erst seit 01.08.2013 möglich und darf nur bis 4 Jahre nach Abschluss der Erhebung erfolgen. Das enge Zeitfenster soll genutzt werden, um

- kleinräumige Daten des Zensus für Aufgaben des BMVI bereitzustellen,
- Basiserfahrungen zu Möglichkeiten und Grenzen der Bereitstellung kleinräumiger Daten in der amtlichen Statistik zu sammeln sowie
- ein Analyseraster zu entwickeln, das die datenschutzrechtlichen Anforderungen bei der Weitergabe der Zensusergebnisse und Daten aus Verkehrserhebungen des BMVI erfüllt.

Die Bearbeitung erfolgt durch DESTATIS. Das Projekt ist ausdrücklich als Forschung ausgelegt und unterstützt DESTATIS in der Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Bereitstellung kleinräumiger Daten. Das Konzept geografischer Gitterzellen ist nicht grundsätzlich neu in der amtlichen Statistik. Bei Eurostat (Projekt GEOSTAT) und in verschiedenen Staaten werden bereits Konzepte auf Basis geografischer Gitterzellen angewendet. In Deutschland gibt es u. a. bereits Erfahrungen bei der Beschäftigtenstatistik der Bundesanstalt für Arbeit (im Forschungsdatenzentrum des IAB). DESTATIS kann ebenfalls auf Erfahrungen, z. B. im Rahmen des Agrarzensus oder des Zensusvorbereitungsgesetzes, zurückgreifen.

Aufgrund der zeitlichen, finanziellen und datenschutzrechtlichen Restriktionen wurde die Auswertung der Merkmale Einwohner, Beschäftigte und Haushalte vereinbart, wobei die nach dem Geheimhaltungsverfahren „Safe“ veränderten Daten zu verwenden sind. Hier wurden Einzeldaten leicht verändert mit dem Ziel, eine Identifizierung zu verhindern und gleichzeitig die Konsistenz aggregierter Ergebnisse zu wahren. In einem Baustein werden exemplarisch die Abweichungen bei kleinräumigen Fragestellungen „gesafter“ Daten von Echtdaten untersucht.

Das Forschungsprojekt hat eine Laufzeit von 11/2013 bis 03/2015.

5 Erste Arbeitsergebnisse

Als erster zentraler Arbeitsschritt wurden die im Rahmen des Zensus ermittelten Anschriften den geografischen Gitterzellen in der Auflösung der Hektarzelle zugeordnet. Zur eindeutigen Referenzierung und Kennzeichnung der geografischen Gitterzellen werden die Vorgaben nach INSPIRE berücksichtigt.

Inzwischen liegen erste, vorläufige Auswertungsergebnisse zu den Einwohnerzahlen vor. Ein Fallbeispiel für die Stadt Wiesbaden mit schematischen, einfachen Luftlinienpufferzonen um einen Autobahnabschnitt der A 66 verdeutlicht gleichermaßen die enormen analytischen Potenziale der kleinräumigen Gitterzellen wie auch deren Restriktionen (Abb. 1): Nördlich vom Rhein und durch die Landkreisgrenze umrandet – durch den Kartenausschnitt etwas beschnitten – ist das Gebiet der Stadt Wiesbaden dargestellt. Die amtliche Statistik bietet hierfür einen Gesamtwert an. Die auf Ebene der Hektarzellen dargestellte, grob klassifizierte Bevölkerungsdichte lässt die sehr feinen Zuord-

nungsmöglichkeiten zu Korridoren um die Autobahn erkennen. Selbst eine 10-fache Vergrößerung auf einer Zellgröße von 1 km x 1 km bedeutet eine erheblich bessere räumliche Auflösung als der Status quo. In der Auflösung von der Quadratkilometerzelle geht zwar unmittelbar die räumliche Präzision verloren, die für viele Fragestellungen notwendig ist. Aber z. B. die Lärmbetroffenheit der Bevölkerung wird häufig mittels objektgenauer Gebäudedaten der Vermessungsverwaltung modelliert. Hier ist zu erwarten, dass die Einwohnerzahlen des Zensus 2011 in der Quadratkilometerauflösung eine erheblich bessere kleinräumige Eichung der Modelldaten ermöglichen. Im weiteren Projektverlauf sollen konkrete Fallbeispiele aus dem Aufgabenbereich des BMVI folgen und die Verwendungsmöglichkeiten verdeutlichen.

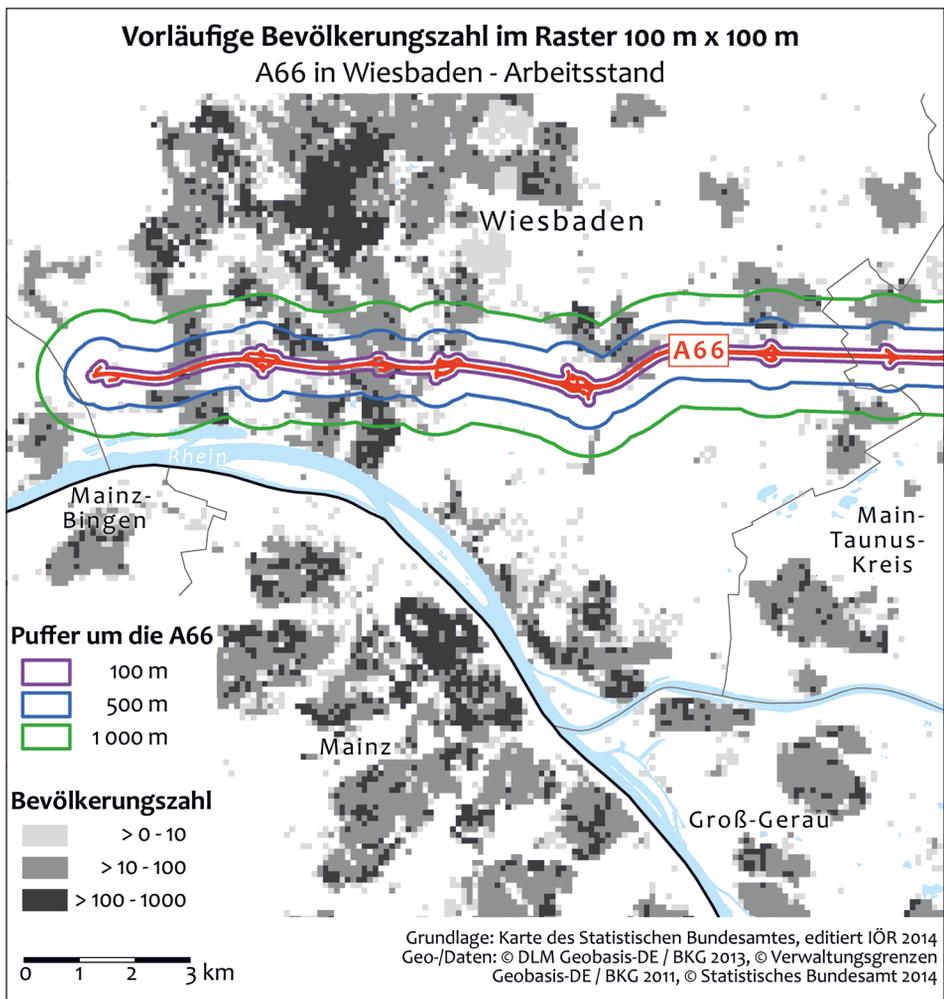


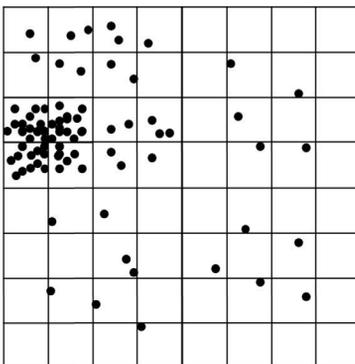
Abb. 1: Fallbeispiel für die Einwohnerdichte in der Hektarzelle (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014 – Arbeitsergebnis aus dem Forschungsprojekt KLASTER; bearbeitet S. Witschas, IÖR)

6 Räumliche Aggregation

Weil davon auszugehen ist, dass die Hektarzellenergebnisse nicht bzw. nur unter sehr strengen Bedingungen an Auftragnehmer des BMVI weitergegeben werden dürfen (Datenschutz/Qualität), ist ein Konzept zur Vergrößerung der Daten anzuwenden. Diese Anforderung ergibt sich auch bei Verkehrserhebungen, z. B. der Erhebung „Mobilität in Deutschland“, bei denen Start- und Zielort von Wegen und andere Merkmale verortet und für wissenschaftliche Analysen zur Verfügung gestellt werden sollen. Hier ist sicherzustellen, dass eine Reidentifizierung der Befragten nicht bzw. nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist. Dafür gilt es Mindestbesetzungen, z. B. der Einwohner, in den jeweiligen Räumen zu beachten. Vier Möglichkeiten einer Zuordnung der Hektarzellen standen zur Diskussion:

- Politische, städtebauliche o. ä. Gebiete: vor allem Großstädte verfügen über für analytische Zwecke gut geeignete kleinteilige Gebietssystematiken (z. B. Berlin: Verkehrszellen, Lebensweltlich orientierte Räume). Für einige Fragestellungen wäre eine solche Systematik auch auf Bundesebene wünschenswert und einer Gitterzellenzuordnung vorzuziehen. Die Systematiken sind bundesweit nicht harmonisiert und die Ergebnisse wären nur eingeschränkt vergleichbar.
- Formflexible Nachbarschaftsareale/Mischrasterkarten: benachbarte Gitterzellen in der Nachbarschaft werden formflexibel zusammengefasst, bis Mindestbesetzungszahlen erreicht sind. Die Aggregation erfolgt über iterative, formflexible Such- und Aggregationsalgorithmen. Das IÖR hat nachgewiesen, dass diese formstarreren hierarchischen Aggregationsroutinen nach dem Quadtree-Verfahren in der Auflösung deutlich überlegen sind (Dießelmann, Meinel 2013). Die Verfahren sind methodisch aufwändig und in dem Projektrahmen nicht darstellbar. Auch diese formflexiblen Mischraster sind nicht zeitreihenrobust.

Räumliche Verteilung, z. B. der Anschriften, Hektarzellen o. ä.



Ergebnis der hierarchischen Aggregation

6		5		5
14	15	8		
13	7			
7				5

Abb. 2: Prinzip der hierarchischen Mischrasterkarten nach dem Quadtree-Prinzip (Quelle: eigene Darstellung)

- Gitterzellenaggregate in einheitlicher Auflösung: Die Hektarzellen werden nach einem einheitlich vergrößerten Raster so zusammengefasst, dass in allen Räumen die Anforderungen an eine Mindestbesetzung, z. B. aus Gründen des Datenschutzes oder der Datenqualität, erfüllt sind. Das Verfahren ist methodisch einfach und nachvollziehbar. Weil die am geringsten besetzten Räume mit wenigen Einheiten (z. B. wenigen Einwohnern im ländlichen Raum) große Aggregate erfordern, führt dies in Räumen mit dichter Besetzung (z. B. Stadtregionen) zu einer Überaggregation und zu einem enormen Informationsverlust.
- Hierarchisch aggregierte Mischraster (Quadtree-Prinzip): Hektarzellen werden in einer festgelegten Schrittweite aggregiert bis jeweils Mindestbesetzungen erreicht sind (Abb. 2; Behnisch et al. 2013). Es ist zu erwarten, dass im Vergleich zur formflexiblen Mischrasterkarte eine Überaggregation verbleibt, gegenüber der festen Gitterzellenstruktur jedoch eine höhere Auflösung erreicht wird. Ein gutes Quadtree-Beispiel der Schweizer Arealstatistik wurde beim 3. Dresdner Flächennutzungssymposium vorgestellt (Meyer 2011). Die Zeitreihenrobustheit wäre nur beim kleinsten gemeinsamen Nenner möglich.

Tab. 1: Anzahl der und Einwohnerzahlen 2011 in den geografischen Gitterzellen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014, eigene Darstellung)

	Gitterzellengröße			
	100 m	500 m	1 km	10 km
Insgesamt	36 464 400	1 458 576	364 644	3 889
Unbewohnt	33 182 394	952 831	148 244	68
Bewohnt	3 282 006	505 745	216 400	3 821
N >=10 Einwohner				
Erfüllt	58 %	70 %	82 %	100 %
Nicht erfüllt	42 %	30 %	18 %	0 %
N >=100 Einwohner				
Erfüllt	4 %	30 %	41 %	99 %
Nicht erfüllt	96 %	70 %	59 %	1 %

Aus forschungsökonomischen Gründen werden in dem KLAUSTER-Projekt ausschließlich Auswertungen in einheitlicher Gitterzellengröße sowie als Mischrasterkarten in einer hierarchischen Quadtree-Aggregation erfolgen. Als Auflösungen sind die Schrittweiten 100 m, 500 m, 1 000 m, 2 000 m und 10 000 m festgelegt. Teilt man das Bundesgebiet in Hektarzellen auf ergibt dies rd. 36,5 Mio. Zellen. Nach ersten Ergebnissen sind davon 3,3 Mio. Zellen bewohnt, über 90 % sind unbewohnt. Gegenüber den Zensusergebnissen auf Ebene der rd. 11 300 Gemeinden bieten die Gitterzellen selbst in der festen Auflösung der Quadratkilometerzellen mit rd. 365 000 Zellen eine deutlich höhere Auflösung. Die Ergebnisse auf den unterschiedlichen Aggregatebenen vermitteln

einen guten Überblick, wie feinteilig die Auswertungen bleiben können, wenn Mindestbesetzungszahlen in den Zellen gefordert sind (Tab. 1). Bei einer unterstellten, eher geringen Mindestbesetzungsvorgabe von 10 Einwohnern wäre das Kriterium auf Ebene der Quadratkilometerzelle von 18 %, bei der Hektarzellenebene von 42 % der bewohnten Zellen nicht erfüllt.

7 Fazit

Das Projekt KLAUSTER ermöglicht eine erste kleinräumige Aufbereitung der Zensusergebnisse 2011. Damit werden die Datengrundlagen des BMVI für die Verkehrsplanung verbessert. Auch im Hinblick auf eine Verknüpfung datenschutzrechtlicher Anforderungen mit dem Wunsch der Nutzer, Daten mit möglichst präzisiertem Raumbezug auswerten oder bereitstellen zu können, stellen die KLAUSTER-Ergebnisse einen Meilenstein dar, denn bei vielen Fragen des Datenschutzes ist relevant, wie viele Einwohner, Haushalte oder Wohnungen ein Bezugsraum hat. Aus forschungsökonomischen Gründen musste sich das Projekt methodisch auf eine einfache Form der räumlichen Aggregation beschränken. Perspektivisch kann es sinnvoll sein, andere Zuordnungsmöglichkeiten, z. B. auf Ebene der Ortsteile oder Gemarkungen oder formflexible Nachbarschaftsareale, als Alternative zu prüfen.

Um Fortschritte in der Bereitstellung kleinräumiger Daten für Dritte zu erzielen, muss dies politisch gewollt sein: Auf der Ebene des Bundes, der Länder und Kommunen. Für die notwendige Diskussion kann KLAUSTER sicher einen Beitrag leisten!

8 Literatur

- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2010): Gebietsreformen – politische Entscheidungen und Folgen für die Statistik. In: BBSR-Berichte KOMPAKT, 6/2010. Bonn.
- Behnisch, M.; Disselmann, M.; Meinel, G.; Tramsen, S. (2013): Using quadtree representations in building stock visualization and analysis. In: *Erdkunde*, 67/2013, Bonn, 151-166.
- Dießelmann, M.; Meinel, G. (2013): Zur Erzeugung hochauflösender datenschutzkonformer Mischrasterkarten. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring V. Methodik – Analyseergebnisse – Flächenmanagement*. Berlin, IÖR Schriften 61.
- GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften (2013): Regionale Standards. In: *Schriftenreihe* 12/2013. Köln.
- Meyer, W. (2011): Visualisierung von Ergebnissen der Arealstatistik der Schweiz mit Kriging- und Mischrasterkarten. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring III. Erhebungen – Analyse – Bewertung*. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 58, 83-92.

Statistisches Bundesamt (2014): KLASTER – Kleinräumiges Analyseraster für den Zensus Forschungsprojekt im Auftrag des BMVI – FE-Nr. 70.891/2013.

Ziekow, J. (2013): Föderale Informationsbalance wahren – kommunale Selbstverwaltung sichern. In: Verband deutscher Städtestatistiker/KOSIS (Hrsg.): Stadtforschung und Statistik – Sonderausgabe 2013, 79.
http://www.staedtestatistik.de/fileadmin/vdst/Zensus_2011/Stf-u-Stat_Sonderausgabe_kpl.pdf (Zugriff: 03.07.2014).