



# Flächennutzungsmonitoring VI Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz

IÖR Schriften Band 65 · 2014

ISBN: 978-3-944101-65-1

## **Automatisierte Abgrenzung von Innenbereichen auf Grundlage von Geobasisdaten**

*Oliver Harig, Robert Hecht, Gotthard Meinel*

Harig, Oliver; Hecht, Robert; Meinel, Gotthard (2014): Automatisierte Abgrenzung von Innenbereichen auf Grundlage von Geobasisdaten. In: Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher, Martin Behnisch (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VI. Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz. Berlin: Rhombos-Verlag, 2014, (IÖR-Schriften; 65), S. 113-120

# Automatisierte Abgrenzung von Innenbereichen auf Grundlage von Geobasisdaten

*Oliver Harig, Robert Hecht, Gotthard Meinel*

## Zusammenfassung

In der Arbeit wird untersucht, ob und wie auf Grundlage von Geobasisdaten eine geometrische Abgrenzung erzeugt werden kann, die als Innenbereichsabgrenzung von Siedlungsflächen nutzbar ist. Hierzu wurde ein modulares Programm in einer ArcGIS-Umgebung (ibTool) entwickelt, mit dem eine Innenbereichsabgrenzung näherungsweise abgeleitet und hinsichtlich ihrer Qualität bewertet werden kann. Die mit dem Programm erzielten Ergebnisse sind vielversprechend und besser als Innenbereichsabgrenzung geeignet, als die häufig ersatzweise verwendeten Ortslagen aus dem ATKIS® Basis-DLM.

## 1 Hintergrund und Problemstellung

Im Kontext von Flächenmanagement (Ferber 2013; BBSR 2013) und Monitoring der Siedlungsentwicklung (Meinel, Siedentop 2007) sind u. a. auch flächendeckende und vergleichbare Abgrenzungen des Innenbereiches notwendig, um auf dieser Grundlage Innenentwicklungspotenziale abzuschätzen. Explizite Abgrenzungen des Innenbereiches erfolgen entweder über Bebauungspläne oder Satzungen nach § 34 Baugesetzbuch (BauGB). Diese sind aber nicht flächendeckend, frei verfügbar und digital vorhanden. So fordern die Umweltminister der Länder im Ergebnisprotokoll der 81. Umweltministerkonferenz: „Um dem Grundsatz der Innen- vor Außenentwicklung entsprechend § 1 Absatz 5 Satz 3 BauGB Rechnung zu tragen, ist ein Monitoring der Flächeninanspruchnahme (z. B. Erfassung von Brachflächen im Innenbereich, aber auch Baulücken) erforderlich, wofür sich die Nutzung von Geoinformationssystemen (GIS) anbietet.“ (Reinholz 2013, 29). Meinel et al. (2009) stellen für die bereits hierzu entwickelten Verfahren fest, dass erst „[...] bei Vorlage der örtlichen Abgrenzung von Innenbereichen eine genaue Bilanzierung des Verhältnisses von Innen- zur Außenentwicklung erfolgen und damit die Zielerreichung von Leitlinien real und quantitativ geprüft werden [...]“ kann. Aus dem Bedarf an kleinräumigen Fachdaten in der Raumforschung und den Anforderungen der Planungspraxis wird das Ziel der Entwicklung eines Verfahrens zur automatisierten Abgrenzung von Innenbereichen abgeleitet. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie am Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (Harig 2014) wurde in diesem Zusammenhang ein Verfahren entwickelt, dessen Ergebnisse hier dargestellt werden.

## 2 Definition des Innenbereichs

Der Innenbereich wird nur implizit im § 34 BauGB über die Zulässigkeit von Vorhaben innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile definiert. Der Innenbereich ist somit kein eigenständiger Rechtsbegriff. Darüber hinaus hat die Gemeinde das Recht, gemäß § 34 Abs. 4 bis 6 BauGB per Satzung Innenbereiche festzusetzen. Dabei haben die Gemeinden die Möglichkeit, die Grenzen des im Zusammenhang bebauten Ortsteils, auch unter Hinzuziehung von Außenbereichsflächen in den Innenbereich, oder auch Flächen als Innenbereich festzulegen, welche nach den vorherrschenden Verhältnissen als Außenbereich anzusehen sind. Wird ein qualifizierter Bebauungsplan i. S. d. § 30 Abs. 1 BauGB für einen im Zusammenhang bebauten Ortsteil aufgestellt, so entfällt der Status des im Zusammenhang bebauten Ortsteils für das Gebiet unter der Voraussetzung, dass dieser Rechtskräftigkeit erlangt (Ernst et al. 2013). Gleichzeitig sind aber unbebaute Flächen im Gültigkeitsbereich eines qualifizierten Bebauungsplanes nicht als Außenbereich zu betrachten.

Damit eine Fläche als Innenbereich i. S. des § 34 BauGB gelten kann, muss sowohl die Ortsteileigenschaft erfüllt als auch ein Bebauungszusammenhang gegeben sein. Diese beiden qualitativen Kriterien im Sinne des BauGB sind jedoch von Fall zu Fall unterschiedlich zu werten, so dass es nicht möglich ist, eine detailliertere Innenbereichsdefinition vorzulegen. So kann nach Auffassung des Bundesverwaltungsgerichtes nur eine „komplexe, die gesamten örtlichen Gegebenheiten erschöpfend würdigende Betrachtungsweise im Einzelfall zu einer sachgerechten Entscheidung führen“ (BVerwG Ur. v. 6.12.1967, BVerwGE 28, 268, DVBl. 68, 651, DÖV 68, 322 zit. b. (Schlez 1994, § 34 Rn 5)). Es wird außerdem in zahlreichen Urteilen der Standpunkt vertreten, dass es allein mit geografisch-mathematischen Maßstäben schwer möglich ist zu bestimmen, ob eine Unterbrechung des Zusammenhanges vorliegt oder nicht (Löhr et al. 2009, 442, Rn 2; Ehebrecht-Stüer 1997, 91). Auch wenn eine vollautomatische Generierung von Innenbereichsabgrenzungen allein auf Basis morphologischer Informationen unmöglich scheint, sollte versucht werden, eine bestmögliche Annäherung dafür zu finden. Um die so erzeugten Flächen auch begrifflich von Innenbereichsflächen im rechtlichen Sinne zu unterscheiden, werden diese im Weiteren Innenflächen genannt.

## 3 Bisherige Ansätze der Innenbereichsabgrenzung

Innenbereichsabgrenzungen werden durch Gutachter erstellt. Flächendeckende Innenbereichsabgrenzungen für ein Monitoring der Innenentwicklung auf Bundesebene sind auf diese Weise aus Aufwandsgründen und des Fortschreibungsbedarfs im Zuge der Siedlungsentwicklung nicht generierbar. So werden Ersatzgeometrien benötigt, die eine Näherung darstellen und flächendeckend, digital und weitestgehend homogen vorliegen. Dafür wurde bisher häufig die Ortslage des Amtlichen Topographisch-Kartogra-

phischen Informationssystems ATKIS® genutzt (BBSR 2013, 35, 102). Diese ist aber nur unter rein topographisch-kartographischen Gesichtspunkten konstruiert und enthält unter anderem auch Verkehrsflächen, Flächen mit Bauwerken und sonstigen Einrichtungen für Erholung, Sport und Freizeit sowie Gewässer- und Vegetationsflächen, die in der Regel nicht Bestandteil des Innenbereichs sind. Da zudem Ortslagen-Geometrien erst seit dem Jahr 2000 flächendeckend und regelmäßig aktualisiert für Deutschland vorliegen, sind retrospektiv Untersuchungen vor dieser Zeit unmöglich. Auch die kartographischen Siedlungsabgrenzungen früherer analoger Topographischer Karten sind nicht für Innenbereichsabgrenzungen nutzbar.

## 4 Vorstellung eines automatisierten Verfahrens

In der Kartographie wurden die Verfahren zur computergestützten Generalisierung in den letzten Jahrzehnten stetig weiterentwickelt. Zu ihnen gehören auch Verfahren zur Ableitung von Siedlungsflächen aus Gebäudegrundrissen. Die in diesem Forschungsfeld entwickelten Methoden sind Grundlage für die im Folgenden beschriebene Ableitung einer Innenbereichsabgrenzung aus Gebäudegrundrissen.

### 4.1 Ableitung der Parameter aus der Rechtsprechung

Wie bereits erläutert, erfolgt die Abgrenzung des Innenbereichs nach § 34 BauGB anhand qualitativer Kriterien. Dies ist verständlich, da die Siedlungsstrukturen in Deutschlands so vielfältig sind, dass eine quantitative Abgrenzung, u. a. durch die Definition von Grenzwerten, nicht jedem Einzelfall gerecht werden kann. Dass es umgekehrt auch bei der qualitativen Beschreibung im Einzelfall Klärungsbedarf gibt, zeigen die zahlreichen Gerichtsurteile zu diesem Thema. Aus der Vielzahl dieser Urteile lassen sich morphologische und funktionale Kriterien für die Innenbereichseigenschaft unter Zuhilfenahme der Kommentarliteratur ableiten. Kriterien, welche in vielen Urteilen ähnlich bewertet werden, können direkt als Konstante oder Bedingung innerhalb des Modells eingebunden werden. Zu ihnen zählen die Merkmale für die Erlangung der Ortsteileigenschaft, wie die Mindestanzahl an Gebäuden oder deren Nutzung. So liegt die Mindestzahl für Gebäude nach Brügelmann et al. (2011, Rn 111) in der Regel bei 10 bis 12 Gebäuden. In Bezug auf die Nutzung wird in der Kommentarliteratur ausnahmslos darauf verwiesen, dass einen Ortsteil nur die Bauwerke bilden können, die dem regelmäßigen/ständigen Aufenthalt von Menschen dienen. Scheunen, Lagerhallen, Ställe, Schuppen aber auch Lauben und Wochenendhäuser tragen folglich nicht zur Bildung von Innenbereich bei. Schwer fassbar sind dagegen die Breite von Baulücken sowie der Bebauungszusammenhang, so dass sich diese nur variabel in das Modell einbinden lassen.

## 4.2 Eingangsdaten

Für die Untersuchung stehen mit dem Produkt amtliche Hausumringe (HU-DE) Gebäudegrundrisse aus dem Jahr 2012 für Niedersachsen zur Verfügung. Ergänzend verwendet werden Geodaten zum Wege- und Straßennetz sowie Flächennutzungsinformationen der Objektgruppe 2100 „Baulich geprägte Fläche“ aus dem ATKIS® Basis-DLM. Um Aussagen zur Güte der erzeugten Abgrenzung treffen zu können, werden bestehende Referenzabgrenzungen genutzt. Im Rahmen dieser Untersuchung stehen dazu Innenbereichsabgrenzungen aus der Region Hannover zur Verfügung. Diese wurden 2005 bis 2007 durch Gutachter im Rahmen des Regionalen Raumordnungsprogrammes (RROP) als vollständige manuelle Bestandsaufnahme aller kleinen Orte mit weniger als 2000 Einwohnern erstellt.

## 4.3 Methodisches Design

Das Abbilden von Innenbereichen im Gültigkeitsbereich von Innenbereichssatzungen oder qualifizierten Bebauungsplänen ist im Modell nicht möglich. Die Abgrenzung des Innenbereiches erfolgt somit ausschließlich über die Definition des im Zusammenhang bebauten Ortsteils. Die Grundidee des Modells sieht vor, die schwer zu fassenden Kriterien, wie den Bebauungszusammenhang durch Parameter in einem maschinellen Lernprozess, bestmöglich an ein Optimum anzunähern. Die Parameter werden dabei für eine Teilmenge der Gebietskulisse errechnet, um diese anschließend zu Erzeugung der Abgrenzung der gesamten Gebietskulisse zu nutzen.

Um eine Flexibilität bei der Entwicklung, Auswertung und späteren Anwendung des Abgrenzungswerkzeuges (Tool) – nachfolgend *ibTool* genannt – zu erreichen, wurde ein modularer Aufbau gewählt. Alle entwickelten Module können unabhängig voneinander und aufgabenspezifisch eingesetzt werden. Neben den Standardmodulen gibt es optionale Module (in Abb. 1 gestrichelt umrahmt), welche für die Erzeugung der Abgrenzung nicht zwingend notwendig sind, jedoch deren Qualität verbessern.

Das Modell ist so konzipiert, Siedlungsbereiche für Regionen bzw. ganze Bundesländer zu berechnen. Zugehörige Datensätze können leicht mehrere Millionen Gebäudegrundrisse und Straßenabschnitte enthalten. Aus Gründen des damit verbundenen Speicherbedarfes und der Rechenzeit wird der Gebäudedatensatz partitioniert und anschließend teilgebietsweise prozessiert. Im Folgeschritt werden jene Gebäude identifiziert und eliminiert, die nicht dem regelmäßigen/ständigen Aufenthalt von Menschen dienen. Die Eliminierung erfolgt zum Teil über kartographische Bedingungen bzw. über eine Filtrierung mit den ATKIS®-Objektarten 2102 „Wohnplatz“, 2111 „Wohnbaufläche“, 2113 „Fläche gemischter Nutzung“ und 2114 „Fläche besonderer funktionaler Prägung“ der Objektgruppe 2100 „Baulich geprägte Fläche“.

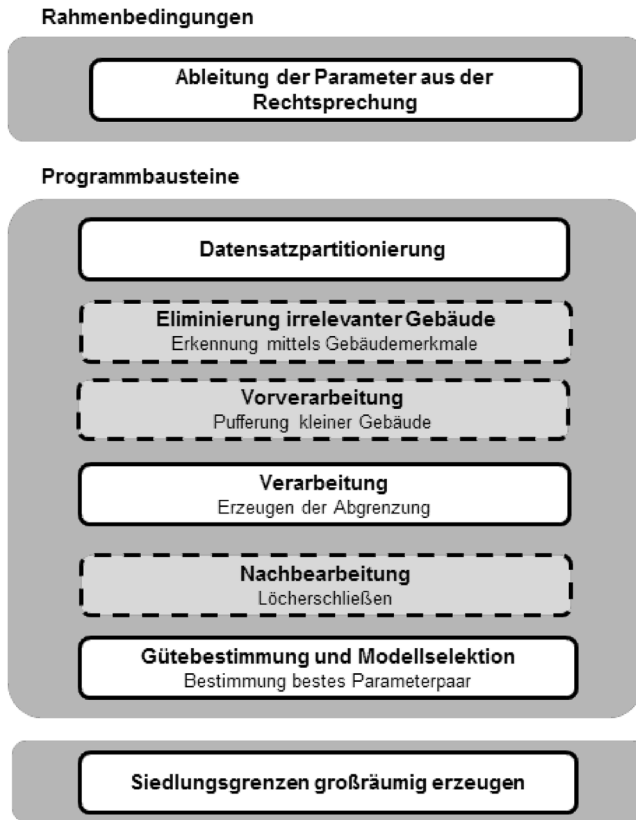


Abb. 1: Modularer Aufbau des ibTool (Quelle: Harig 2014)

Im Modul Vorverarbeitung werden die Gebäudegrundrisse jeweils mit ihren kleinsten umschließenden Rechtecken (minimum bounding boxes) beschrieben und anschließend längenabhängig gepuffert. Damit werden linienhafte Siedlungsstrukturen besser erkannt, Geometrien vereinfacht und Siedlungen letztendlich genauer abgegrenzt. Die anschließende Generierung der Abgrenzungen erfolgt über das in ArcGIS bereitgestellte Generalisierungswerkzeug „Delineate Built-Up Areas“. Dieses aggregiert Gebäudegrundrisse zu Polygonen in Abhängigkeit der Steuerungsparameter Grouping Distance und Minimum Detail Size. Die erzeugten Polygone werden nachbearbeitet und mit dem zugehörigen Referenzpolygon verglichen. Die Quantifizierung der Ähnlichkeit der Geometrien erfolgt über ein flächenbasiertes Verfahren und wird mit dem Qualitätsmaß  $Q_{GEW}$  ausgedrückt. Die Erzeugung, Nachbearbeitung und Bewertung der Abgrenzung wird für eine vorher definierte Anzahl von Kombinationen der Steuerungsparameter Grouping Distance und Minimum Detail Size wiederholt. Mit der Parameterkombination, welche den höchsten  $Q_{GEW}$ -Wert erreicht, werden dann die Innenflächen für die gesamte Gebietskulisse generiert.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

Das entwickelte *ibTool* wurde mit verschiedenen Eingangsdatensätzen und Vor- und Nachbearbeitungsschritten getestet. Der Ansatz, der auf der Selektion der Gebäudegrundrisse (HU) mithilfe der Flächennutzungsinformationen der Objektgruppe 2100 „Baulich geprägte Fläche“ basiert, liefert die besten Ergebnisse.



Abb. 2: Vergleich der ATKIS®-Ortslage (links) und der mittels *ibTool* generierten Innenfläche (rechts) (jeweils graue Fläche) gegenüber einer gutachterlich erzeugten Referenz (schwarze Linie) (Quelle: Harig 2014)

In Abbildung 2 ist beispielhaft für eine Siedlung die ATKIS®-Ortslage im Vergleich zur beschriebenen automatisierten Abgrenzung dargestellt. Gut zu erkennen ist, dass die Ortslage als Näherung für den Innenbereich die Siedlungsbereiche gegenüber der Referenzabgrenzung zu weit fasst. Insbesondere der außerhalb des Bebauungszusammenhangs liegende Gebäudekomplex im Süden, eine direkt westlich angrenzende, unbebaute Fläche und die auch von der Referenz ausgegrenzte Fläche im Zentrum sind mit dem *ibTool* besser abgegrenzt. Um diesen qualitativen Eindruck zu quantifizieren, wurde die Abgrenzungsgüte ( $Q_{GEW}$ ) für jede Referenzgeometrie ermittelt. Die Werte sind in Abbildung 3 in einem Box-Whiskerplot gegenübergestellt.

Deutlich wird, dass die mittlere Qualität des entwickelten automatisierten Ansatzes nach dem Qualitätskriterium ( $Q_{GEW} = 0,720$ ) deutlich höher ist, als die der Ortslage aus dem ATKIS®-Basis-DLM ( $Q_{GEW} = 0,571$ ). Doch eine Verbesserung der Abgrenzung ist nicht nur im Mittel festzustellen sondern auch für die Verteilung der Einzelwerte. So zeigt die geringere Streuung der Werte ebenfalls die Steigerung der Abgrenzungsqualität. In einigen Fällen fehlen jedoch auch Innenflächen gegenüber der Referenzerhebung oder es werden fälschlich zusätzliche Innenflächen erkannt. Da die Menge dieser Fehler ein weiteres wichtiges Qualitätsmerkmal ist, werden diese separat erfasst und ausgewertet. So werden bei Verwendung der ATKIS®-Ortslage 18 fehlende bzw. überzählige Abgrenzungen gegenüber 160 erkannten Abgrenzungen festgestellt, für den automatisierten Ansatz hingegen nur 13 gegenüber 171.

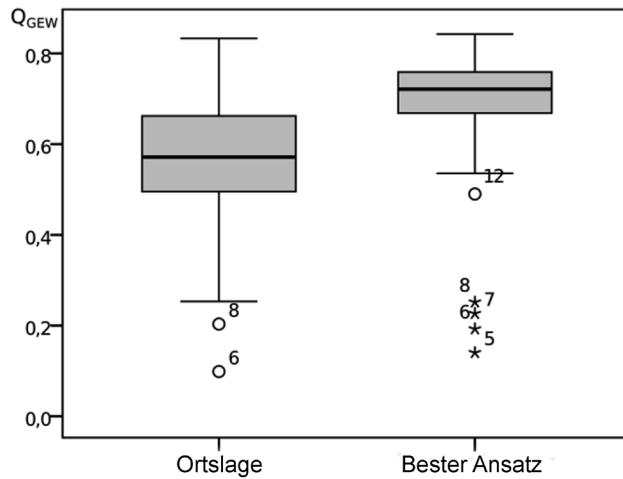


Abb. 3: Boxplots für ATKIS®-Ortslage (N = 160) und automatisiert mit dem ibTool erzeugte Innenflächen (N = 171) (Quelle: Harig 2014)

## 6 Fazit

Aus gegenwärtiger Sicht sind die mit dem ibTool automatisiert erzeugten Innenflächen eine gute, vergleichsweise schnell und objektiv erzeugbare Näherung für Innenbereichsabgrenzungen. Auch wenn diese nicht mit gutachterlich erstellten Abgrenzungen identisch sind, kommt ihnen eine hohe Bedeutung zu. Planung und Raumwissenschaft sind nicht bei allen Fragestellungen auf rechtsfeste Abgrenzungen des Innenbereichs angewiesen. Die Innenflächen können daher beispielsweise im Flächenmanagement, insbesondere bei der Erfassung von Innenentwicklungspotenzialen (Elend et al. 2013, 37; BBSR 2013, 35, 102), genutzt werden. Die Innenentwicklungspotenziale ihrerseits sind eine wichtige, stadt- und raumplanerische Größe, die zukünftig erheblich an Bedeutung gewinnen wird. Die Anwendungsbereiche in der Raumwissenschaft sind vielfältig. So ist es denkbar, Innenflächen zur Berechnung von Indikatoren, wie dem Verhältnis von Innen- zu Außenentwicklung, zu nutzen. Mit den nunmehr genaueren Ausgangsdaten werden auch die errechneten Indikatoren präziser.

Auch können aus historischen Karten oder Ortholuftbildern extrahierte Gebäudegrundrisse mit dem ibTool verarbeitet werden. Auf diese Weise lassen sich Zeitreihen aufbauen und auswerten. Weitere neue Nutzungsmöglichkeiten werden sich ergeben, sobald die Daten flächendeckend zur Verfügung stehen.



## 7 Literatur

- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2013): Innenentwicklungspotenziale in Deutschland – Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage und Möglichkeiten einer automatisierten Abschätzung. BBSR-Sonderveröffentlichung. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.  
[http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2014/DL\\_Innenentwicklungspotenziale\\_D.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2014/DL_Innenentwicklungspotenziale_D.pdf?__blob=publicationFile&v=4).  
(Zugriff: 29.07.2014).
- Brügelmann, H.; Dürr, H.; Bank, W. J.; Korbmacher, A. (2011): Baugesetzbuch/Kommentar. Stuttgart (u. a.): Kohlhammer, (Stand: März 2013) – Lose Blattsammlung.
- Ehbrecht-Stüer, E.-M. (1997): Außenbereichsbebauung/Entwicklung und geltendes Recht (§ 35 BauGB 1998). Institut für Siedlungs- und Wohnungswesen.
- Elend, A.; Köninger, S.; Müller, B. (2013): Die Plattform Innenentwicklung Wohnen – Erfahrungen des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring V. Methodik – Analyseergebnisse – Flächenmanagement. Berlin, IÖR Schriften 61, 35 ff.
- Ernst, W.; Zinkahn, W.; Bielenberg, W.; Krautzberger, M. (2013): Baugesetzbuch/Kommentar. Stand: 1. April 2013 (108. Erg.-Lfg.). München: Beck.  
[http://www.wdb.dbo.de/login?url=http://beck-online.beck.de/Default.aspx?vpath=bibdata/komm/ErZiBiKoBauGB\\_108/cont/ErZiBiKoBauGB.htm](http://www.wdb.dbo.de/login?url=http://beck-online.beck.de/Default.aspx?vpath=bibdata/komm/ErZiBiKoBauGB_108/cont/ErZiBiKoBauGB.htm)  
(Zugriff: 29.07.2014).
- Ferber, U. (2013): Stand der Forschung und Praxis beim Flächenmanagement, In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring V. Methodik – Analyseergebnisse – Flächenmanagement. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 61, 3 ff.
- Harig, O. (2014): Automatisierte Abgrenzung von Innenbereichen auf Grundlage von Geobasisdaten, Masterarbeit Technische Universität Dresden, unveröffentlicht.
- Löhr, R.-P.; Krautzberger, M.; Battis, U. (2009): Baugesetzbuch/BauGB; [Kommentar]. München: Beck.
- Meinel, G.; Hecht, R.; Herold, H. (2009): Verfahren zur Erhebung, Analyse und Visualisierung von Gebäudebestands- und Siedlungsentwicklungen auf Grundlage topographischer Kartenreihen. Land Use Economics and Planning – Discussion Paper.
- Meinel, G.; Siedentop, S. (2007): Erhebung und indikatorengestützte Bewertung der Siedlungsstruktur und ihrer Entwicklung – Konzept „Deutschlandmonitor Siedlungs- und Freiraumentwicklung“. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2007. Beiträge zum 19. AGIT-Symposium Salzburg. Heidelberg: Wichmann, 473-481.
- Reinholz, J. (2013): „Ergebnisprotokoll – 81. Umweltministerkonferenz Am 15. November 2013 in Erfurt.“  
[http://www.umweltministerkonferenz.de/documents/Gesamt\\_UMK\\_2.pdf](http://www.umweltministerkonferenz.de/documents/Gesamt_UMK_2.pdf)  
(Zugriff: 29.07.2014).
- Schlez, G. (1994): Baugesetzbuch/BauGB; Kommentar. Mit BauGB-MassnahmenG. Wiesbaden (u. a.): Bauverlag.