



Flächennutzungsmonitoring VI Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz

IÖR Schriften Band 65 · 2014

ISBN: 978-3-944101-65-1

Auf dem Weg zu einer an den Klimawandel angepassten Siedlungsentwicklung? Ergebnisse einer Szenarioberechnung

Roland Goetzke, Jana Hoymann

Goetzke, Roland; Hoymann, Jana (2014): Auf dem Weg zu einer an den Klimawandel angepassten Siedlungsentwicklung? Ergebnisse einer Szenarioberechnung. In: Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher, Martin Behnisch (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VI. Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz. Berlin: Rhombos-Verlag, 2014, (IÖR-Schriften; 65), S. 303-310

Auf dem Weg zu einer an den Klimawandel angepassten Siedlungsentwicklung? Ergebnisse einer Szenarioberechnung

Roland Goetzke, Jana Hoymann

Zusammenfassung

Während sich die Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland weiterhin ausdehnt, ergeben sich neue Anforderungen an den Raum, die in gesteigerten Flächenkonkurrenzen und in der Verschärfung bestehender Umweltrisiken resultieren. Neben einer stärkeren Berücksichtigung von Klimaschutz und Energiewende bei der Entwicklung der Siedlungsstruktur wird ihre Anpassung an den Klimawandel gefordert, um negative Auswirkungen auf Bevölkerung, Wirtschaft und Infrastruktur abzuwenden. Im Rahmen des Forschungsprojektes CC-LandStraD („Climate Change – Land Use Strategies“) werden Wechselwirkungen zwischen der Landnutzung und dem Klimawandel für alle relevanten Landnutzungssektoren untersucht. Hierfür werden Landnutzungsänderungen in Deutschland bis zum Jahr 2030 simuliert und dabei ausgehend von einem Referenzszenario unterschiedliche Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel implementiert. Die Wirksamkeit der Maßnahmen kann mithilfe von Indikatoren abgeschätzt werden. Es zeigt sich, dass sich die Flächenkonkurrenzen in einigen Regionen aufgrund der stärkeren Berücksichtigung von Klimaschutz und Klimaanpassung in der Siedlungsflächenentwicklung verschärfen werden. Betroffen sind vor allem die Regionen, die bereits heute entweder eine hohe Siedlungsdynamik aufweisen oder unter einem gewissen Anpassungsdruck (z. B. hinsichtlich Maßnahmen zum Hochwasserschutz) stehen.

1 Einführung

Der Flächenverbrauch für neue Siedlungs- und Verkehrsflächen in Deutschland liegt derzeit bei etwa 74 Hektar pro Tag und ist damit deutlich niedriger als zu Beginn der 2000er Jahre – was als Erfolg der Kommunen und flächenhaushaltspolitischer Steuerung angesehen werden kann. Gleichzeitig ist der Siedlungsflächenanteil in Deutschland insgesamt bereits relativ hoch (13,5 % der Landesfläche) und die Zuwächse konzentrieren sich in ihren absoluten Werten vor allem auf städtische Kreise. Auch in stagnierenden und schrumpfenden Regionen wird weiterhin Siedlungsfläche erschlossen, so dass sich die Zunahmen weiterhin auf einem am Bedarf gemessenen hohen Niveau bewegen. Die Forderung nach einem sparsamen und schonenden Umgang mit der begrenzten Ressource Boden ist seit vielen Jahren ein Schlüsselthema der Nachhaltigkeitsdebatte.

Doch kann das Thema Flächenverbrauch nicht mehr allein im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeitsstrategie diskutiert werden. Vor dem Hintergrund des Klimawandels ergibt sich die Notwendigkeit, auch mithilfe eines vorausschauenden Flächenmanagements Klimaschutz zu betreiben und gleichzeitig die Siedlungen mit ihren Einwohnern und Sachwerten vor den Folgen des Klimawandels zu schützen. Hierbei sind räumlich detaillierte Analysen wichtig: Wo genau werden Siedlungsflächenzuwächse stattfinden? Bundesweit summierte Werte greifen hier zu kurz.

Der Klimawandel wird nicht alle Regionen Deutschlands gleichermaßen treffen (vgl. PIK 2014). Die Hochwassergefahr ist lokal begrenzt und die Anzahl an heißen Tagen oder Tropennächten in Deutschland ist nicht gleichverteilt und wird sich in den kommenden Jahrzehnten nicht überall gleichmäßig erhöhen. Daher ist ein Siedlungsflächenzuwachs unter Klimaaspekten im Oberrheintal in Rheinnähe ganz anders zu werten, als 50 km weiter östlich im Schwarzwald.

In dem BMBF-Forschungsprojekt CC-LandStraD (vgl. www.cc-landstrad.de) werden Strategien für ein nachhaltiges Landmanagement in Deutschland unter Berücksichtigung von Fragen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung entwickelt. Dabei werden alle relevanten Landnutzungen, Landnutzer sowie globale Trends und die lokale Umsetzung berücksichtigt. Hierfür wird ein umfassender übersektoraler Modellverbund entwickelt.

2 Modellierung von Landnutzungsänderungen in Deutschland unter Berücksichtigung von Klimaschutz und -anpassung

Für die Modellierung der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung wird ein Modellansatz verwendet, bei dem der Bedarf an Siedlungs- und Verkehrsfläche bis 2030 auf Kreisebene ökonometrisch geschätzt wird (Modell „Panta Rhei Regio“) und die daraus resultierenden Landnutzungsänderungen mit einem GIS-gestützten Simulationsmodell anhand der lokalen Eignung räumlich verortet werden (Modell „Land Use Scanner“). Die räumliche Auflösung der im Modell verwendeten Rasterkarten beträgt ein Hektar. Bei der Modellierung werden alle relevanten Landnutzungsarten gleichermaßen betrachtet. Die Methodik wird ausführlich in Hoymann & Goetzke (2013, 2014) beschrieben. Zunächst wurde ein Referenzszenario der Landnutzungsentwicklung in Deutschland erstellt, bei dem gleichbleibende Rahmenbedingungen und eine Fortschreibung bestehender Flächentrends angenommen werden (ebd.). Aufbauend darauf werden unterschiedliche Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel modelliert. Mithilfe der Modellierung soll die Klimawirksamkeit der Maßnahmen analysiert werden.

2.1 Maßnahmen und Strategien zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel

In einem Abstimmungsprozess mit nationalen und regionalen Stakeholdern wurden Maßnahmen identifiziert, die durch Steuerung der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können. Die Einzelmaßnahmen werden gesellschaftlich tragfähigen Strategien des Landmanagements zugeordnet (Tab. 1).

Tab. 1: Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel und deren Zuordnung zu Landnutzungsstrategien für den Sektor Siedlung und Verkehr (Quelle: eigene Bearbeitung)

Maßnahme	KA*	KS*	KS mit NS*
Erhalt und Entwicklung innerstädtischer Freiflächen	✓		✓
Brachflächenrecycling, Innenentwicklung, Leerstandswiedernutzung		✓	✓
Ausschöpfung baulicher Dichte im Neubau		✓	✓
Stärkung des ÖPNV / Reduktion MIV		✓	✓
Reduktion Flächeninanspruchnahme durch Verkehr		✓	✓
Rückzug aus der Fläche / Rezentralisierung	✓	✓	✓
Zusätzliche Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten	✓	✓	✓
Hochwasserschutz	✓		
Vergrößerung Schutzgebietsflächen		✓	✓
Energieerzeugung auf für Siedlungszwecke ungeeigneten nicht-agrarischen Flächen		✓	

* KA: Klimaanpassung, KS: Klimaschutz, NS: Natur- und Umweltschutz

Die Strategien werden im Projekt CC-LandStraD übersektoral betrachtet. Das bedeutet, für die Sektoren Siedlung und Verkehr, Landwirtschaft und Forstwirtschaft werden spezifische Maßnahmen separat modelliert und die Ergebnisse über Modellschnittstellen miteinander verknüpft.

2.2 Beispiele für die Ausgestaltung der Maßnahmen

Für die Modellierung der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung werden nur solche Maßnahmen berücksichtigt, die im Sinne der Modelllogik einen Raumbezug haben, d. h. sich entweder auf den Umfang der Flächennachfrage oder auf deren räumliches

Verteilungsmuster auswirken. Andere nicht minder wichtige Maßnahmen können nicht modelliert werden, weil ihnen dieser Raumbezug fehlt. Beispiele hierfür sind die Anpassung der Kanalisation an Starkregenereignisse oder die Nutzung kommunaler Dachflächen für Solarenergie.

Einige Maßnahmen wirken sich in der Modellierung vor allem auf den Bedarf an zusätzlichen Siedlungsflächen aus. Beispiele sind die Ausschöpfung der baulichen Dichte im Neubau und die Stärkung der Innenentwicklung (inklusive Brachflächenrecycling und Leerstandswiedernutzung). Allein durch die Nutzung von Brachflächen und Baulücken im Innenbereich könnten einer aktuellen Studie zufolge 120 000 bis 165 000 Hektar Flächenpotenziale genutzt werden (Schiller et al. 2013). Dies entspricht mehr als einem Drittel der bis 2030 geschätzten Nachfrage. Da ein erheblicher Anteil hiervon aber nur schwer oder gar nicht aktivierbar ist, liegt die flächenverbrauchsreduzierende Wirkung der Maßnahme deutlich niedriger. Für die Modellierung wird davon ausgegangen, dass die Ausweitung der Siedlungs- und Verkehrsfläche aufgrund der Nutzung von Innenentwicklungspotenzialen um ca. 15 % reduziert werden kann.

Andere Maßnahmen beeinflussen nicht die Siedlungsflächennachfrage, sondern nur deren räumliche Verteilung. Beispiele für solche Maßnahmen sind die Vergrößerung von Schutzgebietsflächen oder die Stärkung des Hochwasserschutzes. Durch die Ausweitung von Flächen für den Hochwasserschutz über die vorhandenen Vorrang- und Vorbehaltsgebiete hinaus reduziert sich in der Modellierung die Eignung für Siedlungsflächenerweiterungen in diesen Bereichen. Hierfür wurden Gebiete als Vorranggebiete für den Hochwasserschutz ausgewiesen, die in zwei unterschiedlichen Hochwassergefahrenkarten bei Extremhochwasser als gefährdet gekennzeichnet sind. Gebiete, die in nur einer Hochwassergefahrenkarte gekennzeichnet sind, erhalten in der Modellierung den Status von Vorbehaltsgebieten. Als Datengrundlagen der Hochwassergefahrenkarten wurde auf eine pan-europäische Hochwassersimulation zurückgegriffen (Alfieri et al. 2014) sowie auf Daten aus dem hydrologischen Atlas für Deutschland (BaFG 2003). Durch diese Maßnahme verlagert das Modell etwa 80 % der Siedlungsflächen, die im Referenzszenario bis 2030 in hochwassergefährdeten Gebieten verteilt werden, in andere Gebiete.

3 Vergleich unterschiedlicher Szenarien

Im Folgenden wird ein Überblick über die Ergebnisse des Referenzszenarios der Landnutzungsentwicklung in Deutschland bis 2030 gegeben und beispielhaft vorgestellt, wie sich die Wirksamkeit bestimmter Landmanagement-Maßnahmen messen lässt.

3.1 Ergebnisse des Referenzszenarios

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Siedlungs- und Verkehrsflächenprojektion aggregiert auf Gemeindeebene dargestellt. Die Regionen mit künftig hoher Flächeninanspruchnahme sind vor allem die Regionen, die überwiegend bereits heute einen hohen Anteil an Siedlungs- und Verkehrsfläche aufweisen, wie die Regionen um die großen Metropolen Berlin, Hamburg, München, Rhein-Main und Rhein-Neckar.

Aber auch ländlichere Regionen, wie z. B. das südliche Emsland, Niederbayern, Südschwaben und das Alpenvorland, weisen deutliche Zuwächse auf. Gleichzeitig sind Regionen mit besonders geringer Flächeninanspruchnahme deutlich erkennbar. Vor allem in Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern sowie dem Schwarzwald und der Schwäbischen Alb sind insbesondere aufgrund der demographischen Entwicklung nur noch geringe Zuwächse der Siedlungs- und Verkehrsfläche zu erwarten.

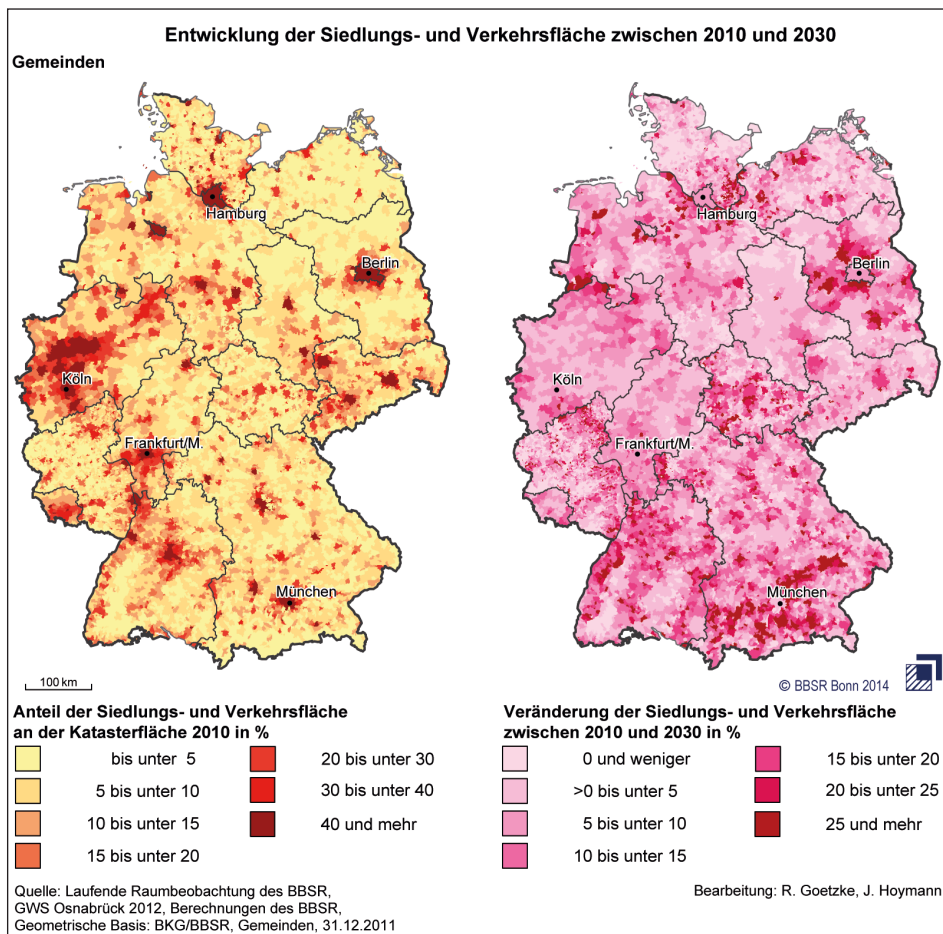


Abb. 1: Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche 2010 bis 2030 auf Gemeindeebene (Quelle: s. Abb.)

3.2 Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen mithilfe von Indikatoren

Indikatoren sind ein probates Mittel, um die Wirksamkeit der modellierten Maßnahmen zu messen und gleichzeitig Zielkonflikte zu analysieren. Sie zeigen das Erreichen oder die Veränderung eines Zustands an, liefern dabei zunächst wertfreie, deskriptive Messgrößen und sind politisch „transportierbar“ (vgl. Siedentop et al. 2007). Die hier vorgestellten Indikatoren haben als Referenzwert den Bundesdurchschnitt und weisen davon unter- und überdurchschnittliche Abweichungen aggregiert auf Kreisebene aus. Für Szenarien, in denen Klimaschutz- oder Klimaanpassungsmaßnahmen integriert wurden, wird als Referenzwert der Bundesdurchschnitt im Referenzszenario genommen.

Im Indikator Hochwassergefahr ist der Anteil der (versiegelungsrelevanten) Siedlungs- und Verkehrsflächenzunahme in hochwassergefährdeten Gebieten am gesamten Flächenverbrauch mit dem Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächenzunahme an der Größe der hochwassergefährdeten Gebiete pro Kreis zusammengefasst. Im Referenzszenario fällt auf, dass ein besonderer Flächendruck in hochwassergefährdeten Gebieten im Raum Hamburg, entlang des Rheins zwischen Ruhrgebiet und Bonn, dem Oberrhein, in den Agglomerationen Rhein-Main und Rhein-Neckar sowie entlang der Donau herrscht (Abb. 2, links). Würde eine wie in Abschnitt 2.2 beschriebene Maßnahme zum Hochwasserschutz integriert, wird in den meisten Regionen die Hochwassergefährdung deutlich reduziert (Abb. 2, rechts). Es fallen aber auch Regionen auf, in denen trotz dieser Maßnahme der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächenzunahme in hochwassergefährdeten Gebieten hoch bleibt. Dies sind Regionen mit insgesamt hohem Flächendruck und/oder wenig „Ausweichmöglichkeiten“ – teils aufgrund anderer Restriktionen.

Die Bewertung einer Maßnahme anhand nur eines Indikators ist nicht ausreichend. Daher wird der Einfluss einer Maßnahme auf mehrere klimarelevante Aspekte, aber auch auf flächenhaushaltspolitische Ziele oder Anforderungen des Natur- und Umweltschutzes überprüft. Durch die Verlagerung der Siedlungsentwicklung aufgrund einer Maßnahme „Hochwasserschutz“ erhöht sich der Siedlungsdruck in anderen Bereichen eines Kreises. So kann es beispielsweise zu einem höheren Verlust guter Ackerstandorte kommen. Dies kann durch einen Indikator „Flächeninanspruchnahme auf Böden hoher Ertragsfähigkeit“ gemessen werden (Goetzke, Hoymann 2014). Durch die Integration der Maßnahme „Hochwasserschutz“ ergibt sich hinsichtlich des Bodenschutz-Indikators ein regional differenziertes Bild mit einem stärkeren Verlust hochwertiger Böden beispielsweise im Rhein-Main-Gebiet, dem Emsland und der Magdeburger Börde und einer Abnahme der Flächenneuanspruchnahme auf hochwertigen Böden am Mittelrhein, dem nördlichen Oberrhein und in weiten Teilen des Donautals.

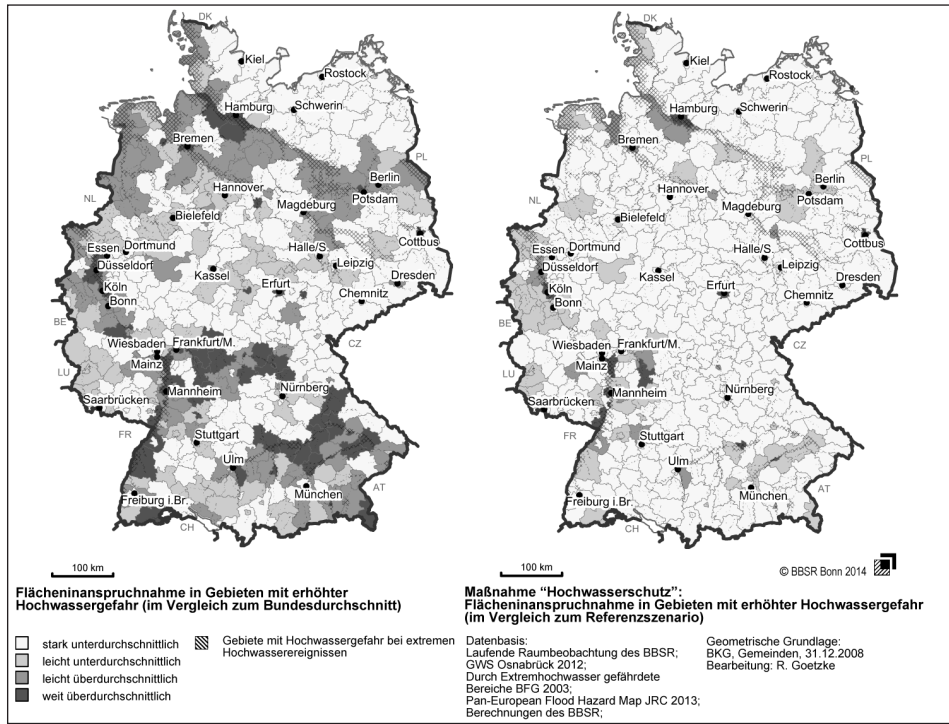


Abb. 2: Flächeninanspruchnahme in Gebieten mit erhöhter Hochwassergefahr im Referenzszenario (links) und einem Szenario mit der Maßnahme „Hochwasserschutz“ (rechts) (Quelle: s. Abb.)

4 Diskussion und Ausblick

Ein Ziel der Arbeiten im Projekt CC-LandStraD ist die Formulierung gesellschaftlich tragfähiger Strategien eines nachhaltigen Landmanagements. Bei der Zusammenfassung von Maßnahmen zu Strategien ist es wichtig, die Einzelmaßnahmen in ihrer Wirkung aufeinander abzustimmen, da sie teils gegenläufige Effekte haben können. Auch kann es vorkommen, dass Maßnahmen innerhalb einer Strategie grundsätzlich positiv wirken, örtlich aber negative Effekte haben. Ein Beispiel hierfür ist die Stärkung der Innenentwicklung innerhalb der Strategie Klimaschutz mit Natur- und Umweltschutz. Durch stärkere Innenentwicklung bleiben Flächen im Außenbereich erhalten, gleichzeitig werden aber innerstädtische Brachen bebaut, die nach vielen Jahren ohne Nutzung naturschutzfachlich wertvolle Flora beherbergen können.

Neuere Studien auf europäischer Ebene zeigen vielfältige Analysemöglichkeiten zur Evaluation von Vulnerabilität im Zeichen des Klimawandels anhand ähnlicher Indikatoren (Verburg et al. 2012; Lung et al. 2013). Die hier vorgestellten Maßnahmen dienen dazu, Diskussionen zu befördern und ggf. zu versachlichen. Bestimmte Fragen können angestoßen, aber nicht alleine mithilfe der Modellierung beantwortet werden. Solche

Fragen betreffen die Umsetzbarkeit in der Praxis („Ist das vorhandene Instrumentarium ausreichend?“), die Kosten („Wer finanziert das?“) und die Priorisierung („Welche Maßnahme ist wichtiger?“). Hier ist ein intensiver Dialog mit der Regional- und Kommunalplanung notwendig (vgl. BMVBS, BBSR 2013).

5 Literatur

- Alfieri, L.; Salamon, P.; Bianchi, A.; Neal, J.; Bates, P.; Feyen, L. (2014): Advances in pan-European flood hazard mapping. In: *Hydrological Processes* 28(13)/2014, 1099-1085.
- BaFG – Bundesanstalt für Gewässerkunde (2003): *Hydrologischer Atlas Deutschland*. <http://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/HAD/> (Zugriff: 28.07.2014).
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; BBSR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2013): *Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewertung*. Berlin, Bonn.
- Goetzke, R.; Hoymann, J. (2014): Flächeninanspruchnahme in Deutschland bis 2030 – Auswirkungen auf den Boden. In: *Bodenschutz* 3/2014, 100-105 (im Druck).
- Hoymann, J.; Goetzke, R. (2013): Flächennutzung heute und morgen – Aktuelle Trends und Simulationsergebnisse für Deutschland im Jahr 2030. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring V. Methodik – Analyseergebnisse – Flächenmanagement*. IÖR Schriften 61, Berlin, 329-336.
- Hoymann, J.; Goetzke, R. (2014): Die Zukunft der Landnutzung in Deutschland – Darstellung eines methodischen Frameworks. In: *Raumforschung und Raumordnung* 72(3)/2014, 211-225.
- Lung, T.; Lavalle, C.; Hiederer, R.; Dosio, A.; Bouwer, L. M. (2013): A multi-hazard regional level impact assessment for Europe combining indicators of climatic and non-climatic change. In: *Global Environmental Change* 23(2)/2013, 522-536.
- PIK – Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (2014): *KlimafolgenOnline*. www.klimafolgenonline.com (Zugriff: 28.07.2014).
- Schiller, G.; Blum, A.; Hecht, R.; Meinel, G.; Oertel, H.; Ferber, U.; Petermann, E. (2013): *Innenentwicklungspotenziale in Deutschland – Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage und Möglichkeiten einer automatisierten Abschätzung*. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn.
- Siedentop, S.; Heiland, S.; Lehmann, I.; Schauerte-Lüke, N. (2007): *Nachhaltigkeitsbarometer Fläche. Regionale Schlüsselindikatoren nachhaltiger Flächennutzung für die Fortschrittsberichte der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie – Flächenziele*. Forschungen, Heft 130. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Berlin/Bonn.
- Verburg, P. H.; Koomen, E.; Hilferink, M.; Pérez-Soba, M.; Lesschen, J. P. (2012): An assessment of the impact of climate adaptation measures to reduce flood risk on ecosystem services. In: *Landscape Ecology* 27(4)/2012, 473-486.