

Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung - Entwicklung und Perspektiven des IÖR-Monitors

Meinel, Gotthard

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Meinel, G. (2022). Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung - Entwicklung und Perspektiven des IÖR-Monitors. In *Flächennutzungsmonitoring XIV: Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen* (S. 167-182). Berlin: Rhombos-Verlag. <https://doi.org/10.26084/14dfns-p018>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Flächennutzungsmonitoring XIV

Beiträge zu Flächenmanagement,
Daten, Methoden und Analysen

IÖR Schriften Band 80 · 2022

ISBN: 978-3-944101-80-4

Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung – Entwicklung und Perspektiven des IÖR-Monitors

Gottthard Meinel

Meinel, G. (2022): Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung – Entwicklung und Perspektiven des IÖR-Monitors. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Ehrhardt, D. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIV. Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 80, S. 167-182.

DOI: <https://doi.org/10.26084/14dfns-p018>

Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung – Entwicklung und Perspektiven des IÖR-Monitors

Gotthard Meinel

Zusammenfassung

Dargestellt wird die Entwicklung des Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor¹) seit seinen Anfängen. Im Kern geht es um die Beschreibung der Ausgangssituation und der Entwicklungsziele, die Begründung der ausgewählten Eingangsdaten und des gewählten hierarchischen Flächenschemas, die Themen und Zielrichtungen des Indikatorendesigns, die Datenvisualisierung im eigens entwickelten interaktiven IÖR-Monitorviewer und die Beschreibung der aufgesetzten Geodienste, die die Einbindung der Daten in eigene GIS-Umgebungen ermöglicht. Anschließend wird auf die langjährigen Transferformate eingegangen, die dem Ergebnistransfer dienen. Das sind das Dresdner Flächennutzungssymposium (DFNS), das International Land Use Symposium (ILUS) und der „Expertenworkshop auf dem Weg zu einer besseren Flächenstatistik“ (EWFS), die Wissenschaft und Praxis im Themenfeld Flächennutzung, -management und Flächensparen zusammenführt. Abschließend wird der beginnende Ausbau des IÖR-Monitors zu einem IÖR-Forschungsdatenzentrum (IÖR-FDZ) beschrieben. Dieser umfasst die Erweiterung des Indikatorensystems, die Entwicklung erweiterter Funktionalitäten und die FAIR-gerechte Ausgestaltung des IÖR-Monitors für die Einbindung in die entstehende nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI). Daneben ist der Aufbau weiterer Forschungsdatenbanken, Informationsdienste und Services geplant, die kurz erläutert werden.

Schlagerwörter: Flächennutzung, IÖR-Monitor, Indikatoren, Geobasisdaten, NFDI

1 Hintergrund

Eine nachhaltige Landnutzung wird immer mehr als der entscheidende Schlüssel für eine Große Transformation zur Nachhaltigkeit verstanden (WBGU 2020). Sie erfordert u. a. aktuelle und valide Informationen zur Flächennutzung sowie daraus abgeleitetes empirisches Wissen als Grundlagen für evidenzinformierte Entscheidungen in Politik, Planung und Gesellschaft. Ein verlässliches Monitoring der Flächennutzung und deren Veränderung unterliegt allerdings verschiedenen Herausforderungen. Es benötigt aktuelle, flächendeckende und hochauflösende Flächennutzungsdaten für die gesamte Fläche der Bundesrepublik. Diese stehen mit dem Attribut „Tatsächliche Nutzung“ (TN) für jedes Flurstück im Liegenschaftskataster zur Verfügung. Allerdings wurde und wird die TN

¹ <https://www.ioer-monitor.de/>

nicht regelmäßig aktualisiert und die Modellbeschreibung (GeoInfoDok) des Katasters hat sich wiederholt verändert (AdV 2022c). Darum wurde wiederholt auf Probleme der amtlichen Flächenerhebung bei der Erfassung verlässlicher Zeitreihen, insbesondere des Kernindikators der bundesdeutschen Nachhaltigkeitsstrategie „Flächenneuanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr“ im regelmäßig erscheinenden „Qualitätsbericht – Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung“ (zuletzt Statistisches Bundesamt 2021) hingewiesen und in Deggau (2009) und Blechschmidt & Meinel (2022) detailliert erläutert.

2 Entwicklungsetappen des IÖR-Monitors

Spätestens 1995 begannen im IÖR Überlegungen, ob das Digitale Landschaftsmodell Deutschlands (ATKIS Basis-DLM, AdV 2022b) nicht eine geeignete digitale Datengrundlage für die Ableitung von Indikatoren zur Flächennutzung sein könnte. Schon die ersten Versuche waren vielversprechend und es begann die Konzeption eines Flächenmonitorings auf dieser Datengrundlage. Das Konzept mit dem Titel „Nachhaltigkeitsbarometer Fläche“ schlug u. a. auch ein Indikatorensystem vor (Siedentop et al. 2007). Allerdings standen zu diesem noch keine längeren Zeitreihen vom ATKIS Basis-DLM zur Verfügung. In den weiteren Entwicklungsarbeiten wurde von der Bezeichnung „Nachhaltigkeitsbarometer Fläche“ für ein aufzubauendes Informationssystem Abstand genommen. Denn die Daten des ATKIS Basis-DLM waren anfänglich nicht flächendeckend erfasst und zwischen den Bundesländern nicht harmonisiert, so dass die Monitoringergebnisse nicht die Genauigkeit eines Barometers erreichten, welches ja sehr genau Veränderungen anzeigt.

Um der Bedeutung hochgenauer Flächennutzungsinformationen für die ökologische Raumentwicklung Rechnung zu tragen, wurde im IÖR Anfang 2008 der Forschungsschwerpunkt „Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung“ ins Leben gerufen und Mitte 2009 zum gleichnamigen Forschungsbereich aufgebaut. Um der Breite neuer Datenangebote, den gewachsenen Methodenangeboten der Spatial Data Science und der Geospatial Artificial Intelligence, den Chancen von Citizen Science und dem zunehmenden Bedarf an Zielwissen im Rahmen der Transformationsforschung gerecht zu werden, wurde der Forschungsbereich im Zuge einer Strukturreform Mitte 2021 in „Raumbezogene Information und Modellierung“ umbenannt.

Am 22.01.2009 wurde ein „Expertenworkshop Flächennutzungsmonitoring²“ mit neun Vorträgen durchgeführt (später als 1. Dresdner Flächennutzungssymposium bezeichnet, da dieser den Auftakt zur etablierten Veranstaltungsreihe bildete). Dargestellt wurden dort u. a. die Erhebungsmethodik der amtlichen Flächenerhebung (Deggau 2009), Indikatorenkonzepte (Penn-Bressel 2009; Siedentop 2009; Walz 2009), eine Berechnungsmethodik zur Erhebung der Bodenversiegelung (Frie, Hensel 2009) sowie die

² <https://www.ioer-monitor.de/tagungen/dfns/2009-01-dfns/praesentationen/>

schon damals eingeführte rasterbasierte Regionalstatistik in Österreich (Wonka 2009). Zudem wurden die Ergebnisse eines Vergleichs verschiedener Eingangsdaten für ein Flächenmonitoring (Schumacher, Meinel 2009) und die Konzeption eines Monitorings der Siedlungs- und Freiraumentwicklung vorgestellt (Meinel 2009) und diskutiert. Im Rahmen des 2. Dresdner Flächennutzungssymposiums³ wurde der „Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor)“ am 17.06.2010 für die Öffentlichkeit freigeschaltet (Abb.1).



Abb. 1: Freischaltung des Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) am 17.06.2010 auf dem 2. Dresdner Flächennutzungssymposium (Foto: Sebastian Tramsen)

Eine erste Würdigung erfuhr der IÖR-Monitor bereits 2012 im 3. Geofortschrittsbericht der Bundesregierung als exzellentes Beispiel für Open Government und die Inwertsetzung von Geobasisdaten. „Mit den systematischen Analyseergebnissen des Monitors ist Deutschland inzwischen europäische Spitze in der Erhebung und dem Monitoring der Flächennutzungsstruktur, die für Wirtschaft und Umweltschutz von zentraler Bedeutung sind.“ (BMI 2012: 60).

Weitere Meilensteine im Zuge des Aufbaus des IÖR-Monitors waren die Veröffentlichung von Rasterdaten in verschiedenen Auflösungsstufen (100 m, 200 m, 500 m, 1 000 m, 5 000 m Rasterweite) ab 2013 für ausgewählte Indikatoren. Seit 2020 wird auch eine IÖR-Monitor-Basiskarte Flächennutzung in 2,5 m-Rasterweite für alle Zeitschnitte angezeigt. Diese kann mittels Doppelfenster-technik im zeitlichen Vergleich im interaktiven Geoviewer visualisiert werden, was die Erkundung selbst kleinster

³ <https://www.ioer-monitor.de/tagungen/dfns/2010-02-dfns/presentationen/>

Flächennutzungsänderungen ermöglicht. In Kürze wird auch der Download dieses Datensatzes ermöglicht, sobald die Veröffentlichung dazu publiziert ist.

Ein Höhepunkt in der Entwicklung des IÖR-Monitors war seine Akkreditierung beim Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD) im Jahr 2021. Dieser vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Rat berät seit 2004 die Bundesregierung in Fragen der Erweiterung und Verbesserung der Forschungsinfrastruktur für die empirischen Sozial-, Verhaltens- und Wirtschaftswissenschaften. Im Jahr 2009 hatte der Wissenschaftsrat dem RatSWD empfohlen, sich dem Thema Georeferenzierung von Daten anzunehmen. Dieser berief daraufhin eine gleichnamige Arbeitsgruppe (AG Geodaten), die die Chancen und Möglichkeiten der Nutzbarmachung von georeferenzierten Daten erörtern sollte, unter Mitarbeit des Verfassers. Der Abschlussbericht (RatSWD 2012) enthält eine Bestandsaufnahme zur damaligen Zeit, eine Beschreibung von Defiziten und Problemen und eine Auflistung von Lösungsansätzen für Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft. Damit waren die Grundlagen für eine Verknüpfung von sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Daten mit Geodaten gelegt. Seitdem hat sich in dieser Hinsicht viel getan. So konnte u. a. im Rahmen des von der DFG geförderten Projekts „SoRa – Sozial-Raumwissenschaftliche Forschungsdateninfrastruktur“ eine prototypische Infrastruktur einschließlich einer App für die Verknüpfung der Sozialwissenschaftlichen ALLBUS- und SOEP-Daten mit einer Raumbeschreibung von Wohnstandorten befragter Personen auf Grundlage von rasterbasierten Indikatoren des IÖR-Monitors realisiert werden.

3 Datengrundlagen, Methodik und Visualisierung

Für ein dauerhaftes Monitoring ist eine gesetzliche Fortschreibungspflicht aller Eingangsdaten unumgänglich. Darum werden im IÖR-Monitor ausschließlich Geobasisdaten bzw. Fachdaten mit Fortschreibungspflicht genutzt. Besondere Bedeutung für den IÖR-Monitor haben die Flächennutzungsdaten des ATKIS Basis-DLM und verschiedene amtliche Gebäude- sowie Statistikdaten. In einer Publikation aus dem Jahr 2020 (Meinel 2020) werden Datenquellen zur Flächennutzung untereinander verglichen.

3.1 Flächennutzungsdaten des ATKIS Basis-DLM

Im Jahr 1989 verabschiedete die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) die erste Modellbeschreibung eines digitalen Landschaftsmodells. Dieses sah den Aufbau eines bundesweit einheitlichen Modells mit jeweils wachsender Informationsdichte, wie Objekt- und Attributartenzahl, vor. 1996 lag dann der erste bundesweite digitale geotopographische Datensatz des Amtlichen Topographischen Kartographischen Informationssystems (ATKIS) vor. Erste Prüfungen ergaben zwar die prinzipielle Eignung für ein Flächenmonitoring, wenn auch

erhebliche Modellierungsunterschiede zwischen den Bundesländern, die für die Erfassung zuständig sind, festgestellt werden mussten. Schwieriger war die Frage nach der Verlässlichkeit der Flächennutzungsänderungsinformation, die für ein Monitoring eminent wichtig ist. Nach Prozessierung eines bundesweiten Datensatzes von 2006 musste konstatiert werden, dass eine erhebliche Zahl von Änderungen allein auf Datenkorrekturen zurückzuführen waren. Allerdings wurden die ATKIS-Daten im Zeitverlauf immer verlässlicher und zeigten im Vergleich zu den Liegenschaftsdaten (seinerzeit ALK, heute ALKIS) erhebliche Vorteile für ein verlässliches Flächenmonitoring (Meinel, Scheffler 2011).

Für diese besteht eine amtliche Fortschreibungspflicht, da sie u. a. Grundlage für die Erstellung aller topographischen Karten in Deutschland sind und als amtliche Basisgrundlage zum Einsatz kommt. Die Eignung des ATKIS DLM25 (Erstbezeichnung, inzwischen ATKIS Basis-DLM) wurde geprüft (Röber et. al. 2009; Meinel et. al. 2008) und zur Grundlage eines Flächenmonitorings des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung in seinem IÖR-Monitor.

3.2 Gebäudegeobasisdaten

Für die Berechnung von Indikatoren zum Gebäudebestand werden die Geobasisdaten Hausumringe (HU-DE), Gebäudeadressen (GA) und die 3D-Gebäudemodelle LoD1/2-DE verwendet. Das HU-DE und die GA stehen seit 2011, das LoD1-DE seit 2015 und das LoD2-DE seit 2020 bundesweit zur Verfügung. Seit diesen Zeitpunkten werden diese Geodaten auch prozessiert. Allerdings sind bei Nutzung der Gebäudeindikatoren bis 2014 Unschärfen zu berücksichtigen. Die anfänglichen Datenmodellierungen waren zwischen den Bundesländern nicht harmonisiert (Hartmann et al. 2016). Die Situation verbesserte sich mit den genauen Produkt- und Datenformatbeschreibungen seitens der Adv⁴.

3.3 (Geo)Fachdaten

Die Einwohnerzahl, benötigt für die Berechnung der Siedlungsdichte und weiterer einwohnerbezogener Indikatoren, wird vom Statistischen Bundesamt genauso bereitgestellt wie Daten zum Bruttoinlandsprodukt (BIP), die für die Berechnung der Flächenproduktivität gebraucht werden. Vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) werden die Geometriegrenzen der Schutzgebiete bezogen, die Grundlage der Berechnung der Indikatoren der Kategorie Landschafts- und Naturschutz sind. Für die Berechnung von Risikoindikatoren zu Hochwassergefahren werden die Geometrien der amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete vom Bundesamt für Gewässerschutz (BfG) genutzt.

⁴ <https://www.adv-online.de/Adv-Produkte/Standards-und-Produktblaetter/ZSHH/>

3.4 Methodik

Die Berechnungsmethodik des IÖR-Monitors wurde wiederholt dargestellt (zuletzt in Meinel et al. 2021). Hier soll der Vollständigkeit und Bedeutung halber darum nur kurz auf das IÖR Flächenschema eingegangen werden. (Abb. 2). Dieses stimmt fast vollständig mit dem des ATKIS Basis-DLM überein, was nicht verwundert, da es die Grundlage der Flächennutzungsdaten des IÖR-Monitors darstellt.

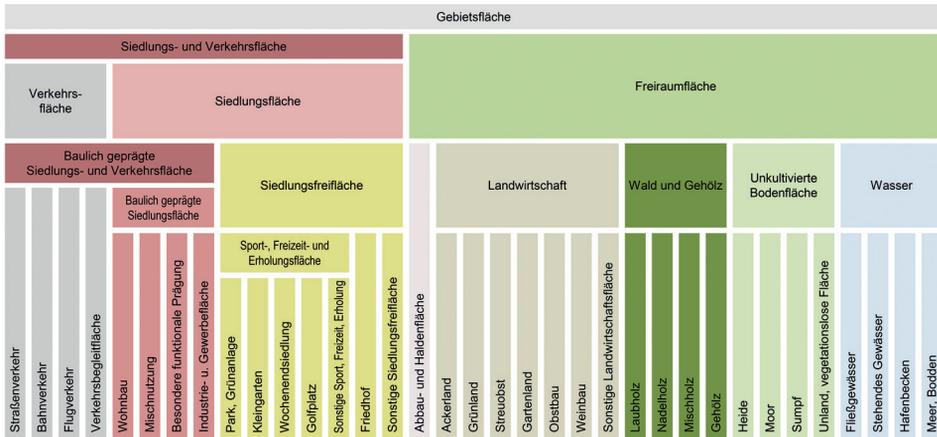


Abb. 2: Flächenschema des IÖR-Monitors (Quelle: <https://www.ioer-monitor.de/methodik/>)

Allerdings wird die Abbau- und Haldenfläche, trotz deren anthropogenen Nutzungscharakters, anders als im ATKIS Basis-DLM unter Freiraumfläche in dem hierarchisch angelegten IÖR-Flächenschema angeordnet. Derartige Flächen sind zwar sehr groß, aber in der Regel nur von temporärer Nutzung. Eine Rekultivierung von Abbauflächen führt dann zu erheblichen Veränderungen des Indikators Flächenneuanspruchnahme und würde die alltägliche Umnutzung von Freiraum in Siedlungs- und Verkehrsfläche überdecken. Die ALK hat bis 2016 einen anderen Nutzungsartenkatalog genutzt (Georg 2016) und ist erst mit der Migration zu ALKIS (Adv 2022a), die für Gesamtdeutschland 2016 abgeschlossen wurde, auf den neuen Nutzungsartenkatalog umgestiegen, der schon immer Grundlage der Flächennutzungserfassung in ATKIS war. Durch die Umrechnung der Nutzungsarten resultierte ein Sprung in der Zeitreihe des Indikators Flächenneuanspruchnahme der amtlichen Flächenerhebung.

Da das ATKIS Basis-DLM Verkehrswege und schmale Flüsse nur linienhaft modelliert, werden diese mit ihrem jeweiligen Breitenattribut gepuffert. Ist dieses nicht vorhanden, so werden Standardwerte genutzt⁵. Da Flächenüberlagerungen nicht erlaubt sind, müssen diese im Sinne einer eindeutigen Flächenberechnung aufgelöst werden. Das erfolgt nach einer Priorisierungstabelle. Im Falle einer Flächenüberlagerung wird für die Flächenberechnung die jeweils stärkste anthropogene Nutzungsform ausgewählt.

⁵ <https://www.ioer-monitor.de/methodik/#c244>

Letztlich muss bei der Aktualitätsbestimmung eines Indikators für eine Gebietseinheit noch folgendes beachten werden. Die Aktualisierung des ATKIS Basis-DLM erfolgt (derzeit noch) durch eine aufwendige visuelle Orthophotoinspektion und eine interaktive Berichtigung bei Änderung der Flächennutzung. Die flächendeckende Grundaktualisierung erfolgt bis 2021 in einem max. fünfjährigen, seit 01.01.2022 in einem dreijährigen Aktualisierungszyklus in Kartenblättern. Da sich administrative Gebietseinheiten (deren Geometrien werden spätestens innerhalb von 6 Monaten aktualisiert) meist über mehrere Kartenblätter erstrecken und diese in der Regel unterschiedliche Grundaktualisierungszeiten haben, wird eine flächengewichtete Grundaktualität berechnet und jedem Indikatorwert zugeordnet. Allerdings erfolgt die Aktualisierung bedeutender Geoobjekte wie Straßen im Rahmen einer sogenannten Spitzenaktualisierung spätestens nach 3-12 Monaten.

Der Zeitbezug der Indikatoren auf das Jahresende ist wichtig, damit sowohl Bestands- als auch Bewegungsindikatoren dem entsprechenden Jahr zugeordnet werden können. Der IÖR-Monitor bietet seine Daten darum in Zeitschnitten an, die im interaktiven Geoviewer ausgewählt werden können. Die Zuordnung der Daten erfolgt dabei entsprechend des Zeitpunktes der Datenbereitstellung durch das BKG bzw. die Bundesbehörden (BfN, BfG). Die Zeitreihen beginnen 2000 und umfassen 16 Zeitschnitte bis 2021 (2006 und seit 2008 jährlich). Wichtige Zeitreihen sollen sukzessive rückwärts durch Auswertung von Topographischen Altkarten im Maßstab 1:25.000 ergänzt werden. Die von den Ländern jeweils am Quartalsende dem BKG gelieferten Geobasisdaten werden dort homogenisiert. Der Datensatz vom 3. Quartalsende (Erfassungsstand 31.10.) wird vom BKG im Januar des Folgejahres bereitgestellt und vom IÖR bezogen. Die Prozessierung aller Indikatoren für den IÖR-Monitor benötigt ca. 2 Monate, so dass die Indikatorwerte jeweils Ende März für das vorhergehende Jahr bereitgestellt werden, was für Flächennutzungsdaten vergleichsweise schnell ist und aktuelle Daten bedingt.

3.5 Indiktorik

Der IÖR-Monitor informiert über die in Abbildung 3 auf der linken Seite gezeigten Schwerpunktthemen für die Flächennutzungen (Gebäude, baulich geprägte Fläche, Siedlungsfreifläche, Freiraum und Verkehr).

Dazwischen sind die Indikatorenkategorien bzw. Indikatoren angeordnet. Derzeit werden in dem hierarchischen Indikatorensystem des IÖR-Monitor 93 Indikatoren in 15 Indikatorkategorien „Siedlung“, „Freiraum“, „Verkehr“, „Nachhaltigkeit“, „Stadtgrün“, „Gebäude“, „Zersiedelung“, „Landschafts- und Naturschutz“, „Landschaftsqualität“, „Ökosystemleistung“, „Risiko“, „Energie“, „Materiallager“, „Relief“ und „bevölkerungsbezogene Indikatoren“ angeboten (Stand 8/2022). Davon werden 50 Indikatoren auch in Form von Rasterdaten bereitgestellt.

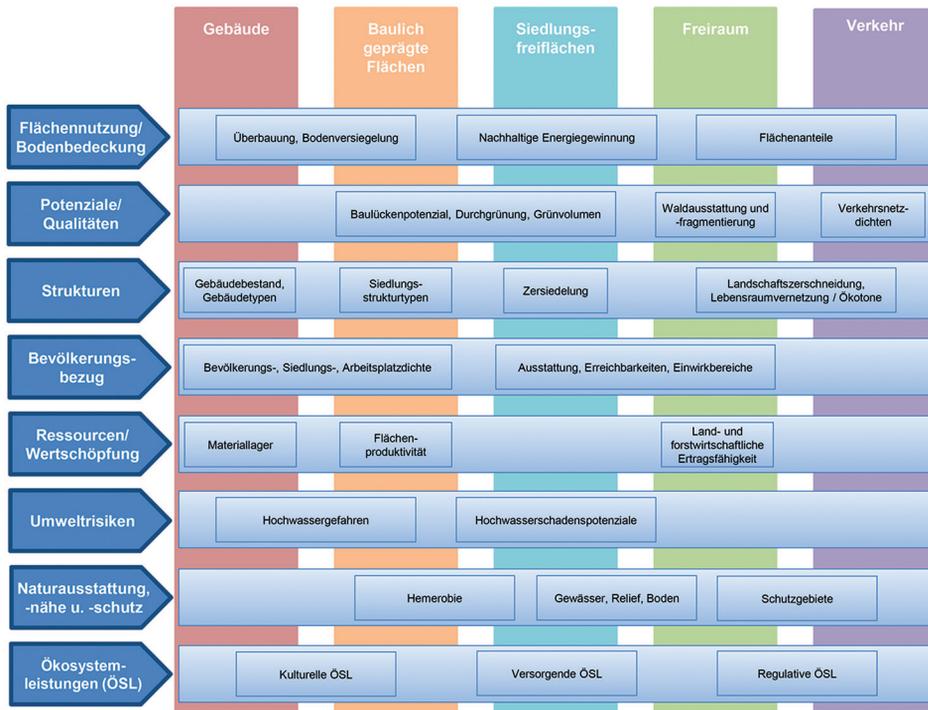


Abb. 3: Themenfelder der IÖR-Monitors (Quelle: <https://www.ioer-monitor.de/indikatoren/>)

3.6 Visualisierung

Für die Visualisierung der Ergebnisse des Monitorings wurde ein interaktiver Geoviewer entwickelt. Dieser präsentiert die Indikatorenwerte in Karten- bzw. Tabellenform und die Werteentwicklung als Diagramm. Der Kartenviewer mit WebGIS-Funktionalität bietet verschiedene Hintergrundkarten und Gestaltungsmöglichkeiten. Für eine schnelle und einfache Anzeige von Indikatorwerten auf Basis administrativer Gebietseinheiten (Deutschland, Bundesland, Kreis, Gemeinde), Raumordnungsregionen und Stadtteilen dient der Darstellungsmodus „Gebiete“. Zur räumlich höher auflösenden Visualisierung (Rasterkarten der Auflösungsstufen 100 m, 200 m, 500 m, 1 000 m, 5 000 m, 10 000 m) steht der Rastermodus zur Verfügung.

Die Ergebnisse können in Tabellenform für alle Gebietseinheiten eines ausgewählten Indikators (auch im Vergleich mit übergeordneten Gebietseinheiten oder anderen Indikatoren) oder für alle Indikatoren einer ausgewählten Gebietseinheit ausgegeben werden. Die Rasterkarten vieler Indikatoren (100 m-Rasterweite) können auch durch bereitgestellte Webdienste in eigene GIS-Umgebungen eingebunden werden. Der Darstellungsmodus „Vergleich“ ermöglicht den Vergleich von Indikatoren, Zeitschnitten und unterschiedlichen Rasterweiten in einer Karte mit verschiebbarem Slider.

4 Tagungsformate und Ergebnisvermittlung

Seit 2010 wird das Dresdner Flächennutzungssymposium jährlich durchgeführt und bringt Expert*innen aus Wissenschaft und Praxis zum Thema Flächenpolitik, -management, Flächensparen, Indikatoren, Analyseergebnisse und Datengrundlagen zusammen. Seit 2019 können auch Workshops angemeldet werden, die unter der Leitung der Anmelder*innen im Rahmen des DFNS-Programms durchgeführt werden. Diese ermöglichen, angestoßen durch einen kurzen Impulsvortrag, eine umfassende Auseinandersetzung bzw. einen Erfahrungsaustausch zu der angemeldeten Thematik mit den DFNS-Teilnehmer*innen. Eine Podiumsdiskussion zu einer jeweils aktuellen Problematik mit Vertreter*innen aus Politik, Politikvorbereitung, Wissenschaft und Praxis beschließt den ersten Tag des zweitägigen Symposiums. Die Beiträge werden in der Buchreihe „Flächennutzungsmonitoring“⁶ veröffentlicht und sind bereits nach einem Vierteljahr auch kostenfrei via Open Access zugänglich – genauso wie die DFNS-Präsentationen⁷.

Seit 2011 wird die Veranstaltungsreihe „Expertenworkshop auf dem Weg zu einer besseren Flächenstatistik“⁸ jährlich organisiert und durchgeführt. Auf diesem werden Anforderungen an die flächenstatistische Berichterstattung, die Zeitreihe zur Flächenneuinanspruchnahme, die Datengrundlagen und deren Entwicklung und neue Indikatoren mit Anbietern der relevanten Geobasisdaten (AdV), der Statistikdaten (Destatis), Vertretern der Politikvorbereitung im Themenfeld (BMUV, BBSR, UBA, BMI) und der Wissenschaft (ILS, IÖR) in eingeladenen Expertenrunde diskutiert. Seit 2020 wird diese Veranstaltungsreihe im Rahmen des UBA-Projekts „Konsistenz und Aussagefähigkeit von Flächendaten“ (FKZ 3719751020), welches das IÖR bearbeitet, in Form eines Projektbegleitkreises durchgeführt. Erste Ergebnisse dazu wurden kürzlich veröffentlicht (Blechschildt, Meinel 2022).

Das deutschsprachige Symposium, welches regelmäßig auch Referent*innen aus Österreich und der Schweiz begrüßt, wurde seit 2015 um das International Land Use Symposium (ILUS) ergänzt. Dieses, aller zwei Jahre organisierte Symposium fand inzwischen drei Mal statt, zuletzt 2019 in Paris unter dem Titel „Land Use Changes – Trends and Projections“⁹. Das geplante Vierte unter dem Titel „Modelling an uncertain future: spatial data science for sustainable land use“¹⁰ musste Corona-bedingt verschoben werden und wird 2023 in Haifa/Israel stattfinden.

⁶ <https://rhombos.de/catalogsearch/result/?q=fl%C3%A4chennutzungsmonitoring>

⁷ <https://www.ioer-monitor.de/tagungen/>

⁸ <https://www.ioer-monitor.de/tagungen/#c283>

⁹ <https://ilus2019.ioer.info/>

¹⁰ <https://ilus2021.ioer.info/>

5 Datennutzungen und Anwendungsbeispiele

Der IÖR-Monitor wird umfassend genutzt. Das belegen ca. 14 000 Datenzugriffe im Jahr. Seine Anwendung war bis Ende 2020 ohne jegliche Registrierung möglich, um den Datenzugang so leicht wie möglich zu machen. Darum liegen uns leider nur wenige Informationen zu Monitornutzungen anderer vor. Mit der Akkreditierung des IÖR-Monitors beim RatSWD¹¹ sind wir seit 2021 zum Abschluss von Datennutzungsverträgen verpflichtet. Allerdings gilt das nur dann, wenn Geodaten heruntergeladen werden sollen und nicht beim Download von Indikatorwerttabellen oder -Entwicklungsdiagrammen. Um eine sofortige Datennutzung zu ermöglichen, können diese nach wenigen Angaben (Name, Einrichtung, Nutzungskontext und Adresse) mittels eines einwöchigen geltenden Keys heruntergeladen werden. In dieser Zeit muss der Datennutzungsvertrag beidseitig unterschrieben werden.

Derzeit sind über 100 Datennutzungsverträge abgeschlossen, u. a. mit Forschungseinrichtungen, Universitäten, Hoch- und Fachschulen, Ministerien, Verwaltungseinrichtungen, kommunalen Spitzenverbänden, Planungsverbänden, Planungsbüros, Medienvertretern, NGOs und Privatpersonen. So empfiehlt der Deutsche Landkreistag seinen Mitgliedern die Anwendung des IÖR-Monitors für flächenstatistische Fragen. Der UBA-Umweltatlas¹² zeigt Karten des IÖR-Monitors zum Siedlungs- und Verkehrsflächen- sowie zum Landwirtschaftsflächenanteil, zur Bodenversiegelung und zu unzerschnittenen Freiräumen. Zur Kenntnis gekommen sind uns z. B. die Nutzung des IÖR-Monitors zur Analyse der Entwicklung der Landschaftszerschneidungen in Baden-Württemberg oder die Darstellung der Zeitreihe des IÖR-Monitors Flächenneuanspruchnahme in Sachsen¹³.

Inzwischen werden Daten des IÖR-Monitors auch in der Flächenvorprüfung in Projekt-Check¹⁴ benutzt. So können Planungen im Wirkungsbereich „Fläche und Ökologie“ hinsichtlich eines möglichst geringen Flächenverbrauchs und möglicher negativer Effekte auf die natürlichen Lebensgrundlagen überprüft werden. Dies gilt in besonderer Weise für ökologisch hochwertige Flächen, die ggf. auch einen entsprechenden Schutzstatus genießen. Projekt-Check bietet die Möglichkeit, das Plangebiet mit den in der Region ausgewiesenen Schutzgebieten (Landschaftsschutzgebiete, Natur- und Artenschutzgebiete), Wald- und Gehölzflächen oder Freiraumflächen zu überlagern. Zudem besteht die Möglichkeit, die Einflusszonen von Hochspannungsleitungen einzublenden. Auch hieraus können sich genehmigungsrelevante Aspekte (Schutzgut Mensch) sowie Auswirkungen auf die Vermarktungsfähigkeit insbesondere für Wohnnutzungen ergeben. Zudem kann mit Projekt-Check geprüft werden, ob das Plangebiet „Unzerschnittene verkehrssarme Räume“ (UZVR) berührt oder gar zerschneidet. Diese leisten einen wichtigen Beitrag zum

¹¹ <https://www.konsortswd.de/ratswd/>

¹² <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltatlas>

¹³ <https://www.boden.sachsen.de/bodenversiegelung-und-flaecheninanspruchnahme-22934.html>

¹⁴ <https://www.projekt-check.de/>

Erhalt der Biodiversität und unterliegen daher einer besonderen Beachtung von Seiten der Naturschutzbehörden. Projekt-Check gibt dem Nutzer zudem die Möglichkeit, die Veränderung der ökologischen Flächenleistung durch Planungsmaßnahmen zu visualisieren. Dabei wird vor allem die Versiegelung erfasst, die u. a. die Versickerungsmöglichkeiten für Regenwasser bestimmt. Dies alles erfolgt auf Grundlage einer Verschneidung des Plangebietes mit den WCS-Diensten des IÖR-Monitors, die die aktuelle Flächennutzung im 100 m-Raster zeigen (u. a. Indikatoren „Siedlungsdichte“, „Bodenversiegelung“, „Ökosystemleistung“, „Wald- bzw. Grünlandflächenanteil“, „Schutzgebietsstatus“). Flächenbilanzierungen auf Basis von IÖR-Monitor werden derzeit u. a. eingesetzt im UBA-Projekt „Treibhausgas Minderungspotenziale durch Flächensparen“.

Natürlich sind die Daten des IÖR-Monitors auch Grundlage wissenschaftlicher Veröffentlichungen z. B. zur Landschaftszerschneidung (Walz et al. 2022), zur Zersiedelung (Behnisch et al. 2021), zur Flächenneuanspruchnahme (Krüger et al. 2021; Meinel et al. 2020) oder zu Gewerbeflächen (Krehl et al. 2022)

6 Aufbau eines IÖR-Forschungsdatenzentrums

Ab 2023 wird der IÖR-Monitor Ausgangspunkt des Aufbaus eines IÖR-Forschungsdatenzentrum (IÖR-FDZ). Damit wird einer Evaluierungsempfehlung des Leibniz-Senats von 2018 entsprochen. Ziel dieser strategischen Maßnahme einer „kleinen Institutserweiterung“ ist es, digitale Informationsgrundlagen und -werkzeuge für eine nachhaltige Landwende sowie transformative Stadt- und Regionalentwicklung zu entwickeln und bereitzustellen. Der Antrag umfasst die folgenden Teilmaßnahmen:

- Aufbau, Betrieb und Vernetzung dieser Forschungsdateninfrastruktur,
- Entwicklung neuer Ansätze zur hochauflösenden Daten- und Informationsgewinnung,
- Hochauflösende Modellierung, Analyse, Simulation und Szenarien sowie
- Transfer, Transdisziplinarität und Citizen Science

um Regionen, Städte und Quartiere nachhaltig und resilient zu gestalten und eine tiefgreifende und umfassende Transformationen zu unterstützen.

Zur Umsetzung dieser ambitionierten Ziele sind u. a. folgende Arbeiten im IÖR-Monitor geplant. Die Zeitreihen sollen retrospektiv ergänzt werden. Dieses sah schon die erste Konzeption des IÖR-Monitors vor, da die ersten ATKIS DLM25-Daten aus der DGK5, TK10 bzw. TK25 abgeleitet wurden. Hier konnten auch schnell Erfolge in der automatisierten Extraktion von Einzelgebäuden (Hecht 2014; Hecht et al. 2008) erzielt werden. Die flächendeckende automatisierte Auswertung digitalisierter historischer topographischer Kartenblätter hinsichtlich der jeweils dargestellten Flächennutzung ist aber bis heute noch Forschungsgegenstand (Herold 2017; Herold, Meinel 2018) und eine operationelle Anwendung, wie sie für flächendeckende Auswertungen zur Ergänzung

von früheren Zeitschnitten im IÖR-Monitor erforderlich wären, noch nicht umgesetzt. Allerdings sind die vorbereitenden Arbeiten, wie die Erstellung bundesweiter Mosaiktopographischer Altkarten, schon weit fortgeschritten.

Weiterhin sind Indikatorergänzungen für den IÖR-Monitor geplant: Materiallager der Gebäude und Infrastrukturen, regionalökonomische Indikatoren (Arbeitsplatzdichte, Unternehmens- und Beschäftigtenstandorte, Bodenrichtwerte, Pachtpreise und Kaufpreisstatisik LW-Flächen), Ökosystem-Vorkommen und Ausdehnung, Ökosystemzustand (Wald, Landwirtschaft, Gewässer, Siedlung, naturnahes Offenland), Ökosystemleistungen (versorgend, regulierend, sozio-kulturell) und Biodiversität (Habitatqualität, ökologische Vernetzung) sowie Indikatorwertberechnung für die Naturräume Deutschlands.

Folgende Datenbanken (DB) sind in Ergänzung der IÖR-Monitor-Indikatoren-DB für das IÖR-FDZ geplant: Forschungsdatenbank Referenzgebäude (Grundlage ENOB:dataNWG¹⁵), Geometrie-Datenbank von Stadtbäumen in Deutschland (Baumcloud¹⁶), historische administrative Gebietsgeometrien (VG-Hist-DB, zusammen mit dem BKG), Gemarkungsgeometrien Deutschlands (GMK-DB), Datenbank „Digitale historische topographische Karten (zusammen mit dem BKG)“, Fotodokumentation des Landschaftswandels durch Vorher-Nachher-Drohnenbilder, DB mit den Ergebnissen einer Längsschnittbefragung zum Stand Transformativer Kapazitäten in Deutschland sowie eine DB aktueller Bauleitpläne in Deutschland.

Folgende Informationssysteme sind für das IÖR-FDZ geplant bzw. werden dort integriert: Informationssystem Gebaute Umwelt (ISBE), Monitoring des Stadtgrüns (zusammen mit BBSR), Dokumentenportal Flächenpolitik, Flächennutzungsdaten weltweit – Linksammlung von Open-Data-Angeboten, Zukunftsbilder der Transformation (Deutschlandkarte mit verorteten großen Transferprojekten).

Zur Unterstützung von Transformationsprozessen sind folgende Anwendungen und Services im IÖR-FDZ geplant: Erweiterung einer API „IÖR-Monitor“ und eine R-Paketentwicklung für die Einbindung des IÖR-Monitors in andere Anwendungen, Operationalisierung der SoRa¹⁷-Dienste und der gleichnamigen App, Informationen und Navigation zu Grünflächen in Städten (App und Desktop-Board meinGrün¹⁸), Simulation von Hoch- und Grundwasserschäden, HeatResilientCity¹⁹ (HRC), Erreichbarkeitstool Fuß- und Radverkehr (GOAT²⁰), Regionalökonomische Modellierungen (Klimaanpassungsszenarien auf Kreisbasis), nutzerbasierte Gebäudedatenerhebung (Colouring

¹⁵ <https://www.datanwg.de/home/aktuelles/>

¹⁶ <https://baumcloud.org/#/>

¹⁷ <http://sora.git.gesis.org/>

¹⁸ <https://meingruen.org/>

¹⁹ <http://heatresilientcity.de/projekt/projektbeschreibung/>

²⁰ <https://www.open-accessibility.org/de/>

Cities²¹) und eine Visualisierung von Hochwasserprojektionen von Klima-Ensembles in der virtuellen Realität (FloodVis).

Der IÖR-Monitor wird eingebunden in die entstehende Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI). Unterstützt wird dies durch die Mitarbeit in den NFDI-Konsortien Biodiversität (NFDI4Biodiversity), Erdsystemforschung (NFDI4Earth), Sozial-, Verhaltens-, Bildungs- und Wirtschaftswissenschaften (KonsortSWD) sowie dem Konsortium für Wirtschaftswissenschaften und verwandten Disziplinen (BERD).

7 Literatur

- AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2022a): Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®). AdV-online.
<https://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Liegenschaftskataster/ALKIS/> (Zugriff: 16.08.2022).
- AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2022b): ATKIS®-Digitale Landschaftsmodelle.
<https://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Geotopographie/Digitale-Landschaftsmodelle/> (Zugriff: 16.08.2022).
- AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2022c): GeolInfoDok.
<https://www.adv-online.de/GeolInfoDok/> (Zugriff: 16.08.2022).
- Behnisch, M.; Krüger, T.; Jäger, J. (2021): Trends der Zersiedelung in den deutschen Planungsregionen seit 1990. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Ehrhardt, D. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIII. Flächenpolitik – Konzepte – Analysen – Tools. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 79: 113-126.
<https://doi.org/10.26084/13dfns-p011>
- Blechsmidt, J; Meinel, G. (2022): Vergleichende Untersuchung zur Erhebung der „Tatsächlichen Nutzung“ in ALKIS und der daraus abgeleiteten Zeitreihe zur Flächenneuanspruchnahme. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 147 (4/2022): 250-260.
<https://doi.org/10.12902/zfv-0400-2022>
- BMI – Bundesministerium des Innern und für Heimat (2012): 3. Geodatenfortschrittsbericht.
<https://www.imagi.de/Webs/IMAGI/DE/themen-und-projekte/geo-fortschrittsberichte/geo-fortschrittsbericht-3/geo-fortschrittsbericht-3-node.html> (Zugriff: 16.08.2022).
- Deggau, M. (2009): Die amtliche Flächenstatistik – Grundlage, Methode, Zukunft. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen: Shaker: 3-16.
https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_3-15_PDFA.pdf (Zugriff: 16.08.2022).

²¹ <https://www.turing.ac.uk/research/research-projects/colouring-london-and-colouring-cities-research-programme>

- Frie, B.; Hensel, R. (2009): Schätzverfahren zur Bodenversiegelung: Ansatz der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen: Shaker: 17-45.
https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_17-45_PDFA.pdf
(Zugriff: 16.08.2022).
- Georg, H.-J. (2016): Die neue Nutzungsartensystematik in der Flächenerhebung ab 2016. Beiträge aus der Statistik, Bayern in Zahlen 12/2016: 771-778.
https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/biz/z1000g_201612.pdf (Zugriff: 16.08.2022).
- Hartmann, A.; Hecht, R.; Behnisch, M.; Meinel, G. (2016): Gebäudebestandsmonitoring – Prozessierungsschritte für den Aufbau homogener Gebäudedatensätze. In: Meinel, G.; Förtsch, D.; Schwarz, S.; Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VIII: Flächensparen – Ökosystemleistungen – Handlungsstrategien. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 69: 203-214.
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-168292> (Zugriff: 16.08.2022).
- Hecht, R. (2014): Automatische Klassifizierung von Gebäudegrundrissen – Ein Beitrag zur kleinräumigen Beschreibung der Siedlungsstruktur. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 63: 440. <https://d-nb.info/1058946455/34> (Zugriff: 16.08.2022).
- Hecht, R.; Herold, H.; Meinel, G. (2008): Gebäudescharfe Analyse der Siedlungsentwicklung auf Grundlage mittelmaßstäbiger Karten. In: Strobl, J.; Blaschke, Th.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2008. Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg. Heidelberg: Wichmann: 11-17.
- Herold, H. (2017): Geoinformation from the past – computational retrieval and retrospective monitoring of historical land use. Wiesbaden: Springer Spektrum: 1-192.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-20570-6>
- Herold, H.; Meinel, G. (2018): Digitale Erhebung der historischen Flächennutzung Deutschlands. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring X: Flächenpolitik – Flächenmanagement – Indikatoren. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 76: 187-193.
[https://slub.qucosa.de/landing-page/?tx_dlf\[id\]=https%3A%2F%2Fslub.qucosa.de%2Fapi%2Fqucosa%253A35836%2Fmets](https://slub.qucosa.de/landing-page/?tx_dlf[id]=https%3A%2F%2Fslub.qucosa.de%2Fapi%2Fqucosa%253A35836%2Fmets) (Zugriff: 16.08.2022).
- Krehl, A.; Jehling, M.; Krüger, T. (2022): Ressource Boden: ökologisches Schutzgut oder Basis wirtschaftlicher Entwicklung? In: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung 91 (1/2022): 55-68. <https://doi.org/10.3790/vjh.91.1.55>
- Krüger, T.; Schorcht, M.; Meinel, G. (2021): Zur Entwicklung der Flächenneuanspruchnahme in Deutschland. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Ehrhardt, D. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIII. Flächenpolitik – Konzepte – Analysen – Tools. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 79: 171-187. <https://doi.org/10.26084/13dfns-p016>
- Meinel, G.; Förster, J.; Witschas, S. (2009): Geobasisdaten – Grundlage für die Berechnung von Indikatoren zur Siedlungs- und Freiraumentwicklung. In: Kartographische Nachrichten 59 (5/2009): 243-250.

- Meinel, G.; Knop, M.; Hecht, R. (2008): Qualitätsaspekte und Verfügbarkeit digitaler Geobasisdaten in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung des ATKIS Basis-DLM und der DTK25(-V). In: Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation (1/2008): 29-40.
- Meinel, G.; Engel, M.; Kleber, A. (2008): Prozessierung eines deutschlandweiten ATKIS Basis-DLMs als Grundlage eines Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung. In: Strobl, J.; Blaschke, Th.; Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2008. Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg. Heidelberg: Wichmann: 34-40.
- Meinel, G. (2009): Konzept eines Monitors der Siedlungs- und Freiraumentwicklung auf Grundlage von Geobasisdaten. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring: Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen: Shaker: 177-194. https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_177_194.pdf (Zugriff: 16.08.2022).
- Meinel, G.; Scheffler, E. (2011): Amtliche Flächenstatistik – ALK – IÖR-Monitor – Ergebnisse eines Vergleichs. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring III. Erhebung – Analyse – Bewertung. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 58: 71-80. https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2011_3_DFNS/Buchbeitraege/IOER_Schrift_58_DFNS_III_S_71-80_PDFa.pdf (Zugriff: 16.08.2022).
- Meinel, G. (2020): Herausforderung Flächenmonitoring – Datenquellen für ein Flächeninformationssystem und was sie leisten können. *Stadtforschung und Statistik* 33(1): 106-114. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-67123-7> (Zugriff: 16.08.2022).
- Meinel, G.; Henger, R.; Krüger, T.; Schmidt, T.; Schorcht, M. (2020): Wer treibt die Flächeninanspruchnahme? Ein Planvergleich und deren Flächenwirkung. In: *Raumforschung und Raumordnung* 78 (3/2020): 233-248. <https://www.econstor.eu/handle/10419/225312> (Zugriff: 16.08.2022).
- Meinel, G.; Sikder, S. K.; Krüger, T. (2021): IOER Monitor: A Spatio-Temporal Research Data Infrastructure on Settlement and Open Space Development in Germany. In: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 242 (1/2022):159-170. <https://doi.org/10.1515/jbnst-2021-0009>
- Meinel, G.; Krüger, T.; Eichler, L.; Wurm, M.; Tenikl, J.; Frick, A.; Wagner, K.; Fina, S. (2022): Wie grün sind deutsche Städte? Bonn: BBSR im BBR, BBSR-Online-Publikation, 03/2022: 131. <https://doi.org/10.26084/ioer-2022urbgrn>
- Penn-Bressel, G. (2009): Umweltindikatoren: Die Flächeninanspruchnahme für Siedlungen und Verkehr sowie weitere relevante Indikatoren zum Zustand von Flächen und Böden. In *Flächennutzungsmonitoring: Konzepte – Indikatoren – Statistik*. Aachen: Shaker: 71-103. https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_71-103_PDFa.pdf (Zugriff: 16.08.2022).
- RatSWD (2012): Situation und Zukunft der Geodatenlandschaft in Deutschland. Abschlussbericht der AG „Georeferenzierung von Daten“. Scivero Verlag. <https://www.konsortswd.de/aktuelles/publikation/georeferenzierung-von-daten/> (Zugriff: 16.08.2022).

- Röber, B.; Heinrich, U.; Zölitz, R. (2009): Über die Eignung von ATKIS als topographischer Datensatz für numerische Modelle. In: GIS.SCIENCE, H. 1/2009: 12-18.
- Schumacher, U.; Meinel, G. (2009): ATKIS, ALK(IS), Orthobild – Vergleich von Datengrundlagen eines Flächenmonitorings, In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring: Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen: Shaker: 47-67. https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_47-67_PDFA.pdf (Zugriff: 16.08.2022).
- 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. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn. urn:nbn:de:0093-FO13007R150
- Siedentop, S. (2009): Nachhaltig-umweltgerechte Siedlungsentwicklung – Schlüsselindikatoren der Flächennutzung im Ländervergleich. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen: Shaker: 105-122. https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_105-122_PDFA.pdf (Zugriff: 16.08.2022).
- Statistisches Bundesamt (2021): Qualitätsbericht – Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung. <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Land-Forstwirtschaft-Fischerei/flaechenerhebung.html> (Zugriff: 16.08.2022).
- Walz, U. (2009): Indikatorbasierte Bewertung der Freiraumentwicklung, Flächennutzungsmonitoring: Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen: Shaker: 123-152. https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_123-152_PDFA.pdf (Zugriff: 16.08.2022).
- Walz, U.; Schumacher, U.; Krüger, T. (2022): Landschaftszerschneidung und Waldfragmentierung in Deutschland – Ergebnisse aus einem Monitoring im Kontext von Schutzgebieten und Hemerobie. In: Natur und Landschaft, 97 (2/2022): 85-95. <https://doi.org/10.19217/NuL2022-02-04>
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2020): Landwende im Anthropozän: Von der Konkurrenz zur Integration – Hauptgutachten. <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/landwende> (Zugriff: 16.08.2022).
- Wonka, E. (2009): Flächenstatistik und Datengrundlagen nach regionalstatistischen Rastereinheiten in Österreich. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte – Indikatoren – Statistik. Aachen: Shaker: 155-175. https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_155-175_PDFA.pdf (Zugriff: 16.08.2022).