

Hochauflösendes Monitoring der Flächennutzungsentwicklung in Städten und Regionen mit dem IÖR-Monitor

Gotthard Meinel

(Dr.-Ing.Gotthard Meinel, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Weberplatz 1, 01217 Dresden, g.meinel@ioer.de)

1 ABSTRACT

Es wird der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) und seine Entwicklung vorgestellt. Er visualisiert die Flächennutzungsentwicklung in einem interaktiven Viewer. 90 Indikatoren in 15 Indikatorkategorien stehen zur Verfügung und werden in Form von Karten, Tabellen, Statistiken und Entwicklungsgraphen visualisiert. Die Indikatorwerte werden für administrative Gebietseinheiten vom Bund bis zu den Gemeinden und Gemeindeteilen und in unterschiedlicher Rasterauflösung bis zu 100 m-Rastern gezeigt. Die Zeitreihen beginnen ab 2000 und umfassen inzwischen 18 Zeitschnitte. Exportfunktionen ermöglichen vertiefte statistische Auswertungen und WebGIS-Dienste die Einbindung der Daten in Geoinformationssysteme. Der Beitrag geht anfänglich auf die wichtigste Datengrundlage ein, das Amtlich Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS Basis-DLM). Dieses beschreibt die topographischen Objekte der Landschaft im Vektorformat nach der AAA-Modellierungsvorschrift der AdV flächendeckend für Deutschland in hoher räumlicher Auflösung. Diese Datengrundlage hat viele Vorteile im Flächennutzungsmonitoring gegenüber den Nutzungsinformationen des Liegenschaftskatasters ALKIS, welches Grundlage der amtlichen Flächenstatistik ist. Am Ende wird auf ausgewählte Indikatoren zur Beschreibung der Nachhaltigkeit der Entwicklung eingegangen. Das betrifft die Zeitreihe zur Flächeninanspruchnahme, zur Siedlungsdichte, zur Entwicklung der Flächen für Freiflächen-Photovoltaik und die bauliche Entwicklung in Überschwemmungsgebieten.

Keywords: Flächennutzungsmonitoring, Quantitative Indikatoren, Nachhaltige Entwicklung, Städte- und Regionenvergleich, Flächensparen

2 PROBLEM FLÄCHENVERBRAUCH

Immer noch wird weltweit zu viel Freiraumfläche umgewandelt in Siedlungs- und Verkehrsflächen. Dieser Prozess ist verbunden mit dem Verlust natürlicher Böden, die überbaut und zu großen Teilen damit auch versiegelt werden. Dieser Prozess ist in aller Regel irreversibel. So werden in Zukunft Flächen fehlen für eine ökologische Landwirtschaft, die mehr Fläche benötigt als eine Konventionelle. Zudem bedingt eine Bodenversiegelung städtische Überwärmungen, verhindert die Wasserspeicherung im Boden, befördert einen schnellen Wasserabfluss, Hochwassergefahren usw..

Natürlichen Böden kommt eine Schlüsselrolle in der Nachhaltigkeitstransformation zu. So formuliert der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) in seinem Hauptgutachten: *„Nur wenn sich unser Umgang mit Land grundlegend ändert, können die Klimaschutzziele erreicht, der dramatische Verlust der biologischen Vielfalt abgewendet und das globale Ernährungssystem nachhaltig gestaltet werden.“* (WBGU 2021).

Inzwischen wurden für alle administrativen Ebenen Begegnungsziele formuliert, beginnend mit der weltweiten Agenda 2030 mit den SDG-Nachhaltigkeitszielen. So wird im Kapitel „Nachhaltige Städte und Gemeinden“ das Ziel verfolgt, Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig zu gestalten (SDG 11). In Europa wird das „No Net Land Take-Ziel“ verfolgt, den Flächenverbrauch bis 2050 auf Netto-Null zu senken (EU 2011). Auch in Deutschland soll bis 2050 nach dem „Klimaschutzplan 2050“ eine Flächenkreislaufwirtschaft verwirklicht werden (BMUB, 2016).

Ein konkretes Ziel zur Reduktion der Flächenneuinanspruchnahme in Deutschland wurde erstmals im Jahr 2002 in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie formuliert. Ausgehend von dem damaligen hohen Wert von mehr als 120 Hektar pro Tag wurde für das Jahr 2020 das Ziel von maximal 30 Hektar pro Tag definiert (Bundesregierung, 2002; Jakubowski & Zarth, 2003). Nachdem sich abzeichnete, dass dieser Wert bis 2020 nicht erreichbar sein würde, enthielt die Neuauflage der Nachhaltigkeitsstrategie von 2016 die Formulierung der Erreichung eines Wertes von „weniger als 30 Hektar pro Tag“ bis zum Jahr 2030, allerdings ohne konkrete Bezifferung des anzustrebenden Wertes (Bundesregierung, 2017).

In Deutschland sind Flächensparziele formuliert in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (weniger als 30 ha/Tag bis 2023) bzw. im Klimaschutzprogramm der Bundesregierung eine vollständige

Flächenkreislaufwirtschaft bis 2050 (Bundesregierung). Auch viele Bundesländer in Deutschland verfolgen eigene Flächensparziele (Tab. 1).

Bundesland	Flächensparziel [ha/d]	Flächenverbrauch (2022)
Baden-Württemberg	3	5,2
Bayern	5,00	8,9
Berlin		0,0
Brandenburg		1,4
Bremen	0,1-0,3	0,1
Hamburg		0,0
Hessen	2,5	2,1
Mecklenburg-Vorpommern	1,2	4,0
Niedersachsen	3,0	11,9
Nordrhein-Westfalen	5,0	4,8
Rheinland-Pfalz	1,0	3,2
Saarland	472m ² /Einw.	0,7
Sachsen	2,0	2,1
Sachsen-Anhalt	1,3	0,6
Schleswig-Holstein	1,3	1,2
Thüringen		0,7
Deutschland gesamt	< 30	46,7

Tabelle 1. Flächensparziele und aktueller Flächenverbrauch der Bundesländer (Stand: 2022) . Quelle: eigene Recherchen

3 FLÄCHEN(NUTZUNGS)MONITORING

Um den Erfolg flächenpolitischer Maßnahmen zu messen, bedarf es eines verlässlichen Monitorings der Siedlungs- und Verkehrsfläche. Wichtigster Indikator dabei ist die Flächenneuanspruchnahme (FNI) oder „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ gemessen in ha/Tag. Mit diesem Indikator kann der Zielerreichungsgrad und die Wirksamkeit flächenpolitischer Maßnahmen beurteilt werden. Seine Bestimmung sollte dafür so aktuell, genau, räumlich hochauflösend und vor allem auch in seiner Veränderung für eine robuste Zeitreihe sicher bestimmt werden. Wie hoch die Anforderungen an die Genauigkeit des Indikatorwertes ist, der derzeit bei ca. 55 ha/Tag (Destatis) liegt bzw. bei 47 ha/Tag (IÖR-Monitor), wird bewusst, wenn man diesen in Beziehung zu dem SuV-Flächenanteil setzt. Denn diese erhöht sich bei einer Zunahme um 50 ha/Tag nur um 0,1 % pro Jahr. In allen Monitoringsystemen werden leider die Veränderungen nicht direkt, sondern nur als Differenz der Flächennutzungenwerte im Jahresvergleich gemessen. Eine direkte objektscharfe Auswertung aller Neubauten über die primären Bauerfassungsbögen ist leider derzeit durch das Hochbaustatistikgesetz nicht möglich. Denn die Adressen der Neubauten sind ein Primärmerkmal und dürfen darum weitergegeben werden. Sie dienen innerhalb der Statistik zur Aggregation der einzelnen Bauaktivitäten auf Bundeslandebene. Die Einzelauswertung der Bauerfassungsbögen aber würde eine viel verlässlichere Indikatorwertbestimmung des Flächenverbrauchs ermöglichen (Meinel, 2017). Eine fernerkundlichen Erhebung der Flächennutzung ist derzeit nur mit einer max. 95–98 % Klassifikationsgüte möglich, eine Veränderungsdetektion wäre noch ungenauer. Damit sind verlässliche Aussagen und Bewertungen der Veränderungsrate in robusten Zeitreihen bis heute nicht möglich.

Prinzipiell ist die Erfassung des Flächenverbrauchs primär- oder sekundärstatistisch möglich (Meinel 2023). Bei der Primärerfassung ist das Erhebungsprogramm direkt auf die Erfassung der Flächennutzungsveränderung ausgerichtet. Vertreter davon sind die Arealstatistik Schweiz (Bundesamt für Statistik 2023 und Meinel 2023) und das Bodenbedeckungs-/ Bodennutzungsstatistik-Programm LUCAS (Eurostat, 2023). Sekundärstatistische Erhebungen zeichnen sich dadurch aus, dass der Flächenverbrauch nicht das ursächliche Ziel der Erhebung ist. Damit fehlt sekundärstatistischen Erhebungen die erforderliche Methodenkonstanz, da die Programme immer wieder ihren Hauptanforderungen angepasst werden. Ein

Beispiel dafür ist die amtliche Flächenerhebung in Deutschland. Einen Vergleich von primär- und sekundärstatistischer Flächenerhebung zeigt Tab. 2. Bei der Messung der Flächenneuanspruchnahme sind Nutzungsänderungen flächenscharf und nicht nur kumulativ zu bestimmen. Da sich in der Vergangenheit die Erhebungsmodelle zum Teil grundlegend geändert haben und dies in Zukunft voraussichtlich wieder passieren wird, ist dies vor dem Hintergrund einer insgesamt geringen Veränderungsdynamik besonders herausfordernd.

	Primärstatistische Flächenerhebung	Sekundärstatistische Flächenerhebung
Auswertemethodik	statistische Hochrechnung	Kumulation von Flächen, Pufferung von Linien bzw. Punkten
Aufwand	hoch	mittel
Methodenkonstanz	Weitestgehend, da keine anderen Anforderungen zu erfüllen sind	Gering, da primäre andere Anforderungen zu erfüllen sind
räumliche Auflösung der Analyseeinheiten	Gering, durch statistische Hochrechnung	hoch, da Erhebungseinheit=Analyseeinheit
zeitliche Auflösung	gering (3, 6 oder 12-jährig)	hoch (2-3 Jahre, Tendenz jährlich)
thematische Genauigkeit	Hoch, durch Vororterhebung oder sehr genaue stereometrische Erhebung	Gering, durch Abgrenzungsunsicherheiten
Homogenität	hoch, da wenige Interpreter	gering, da viele Interpreter
Stabilität der Zeitreihen	Hoch, durch Methodenkonstanz	Niedrig, durch methodische Veränderungen

Tabelle 2: Vergleich von primär- und sekundärstatistischer Flächenerhebung (Quelle: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8115880>)

Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung zur Erhebung der »Tatsächlichen Nutzung« in ALKIS und der daraus abgeleiteten Zeitreihe zur Flächenneuanspruchnahme sind hier zu finden (Blechschmidt & Meinel, 2022)

4 FLÄCHENNUTZUNGSMONITORING IM IÖR-MONITOR

Seit seiner Einführung im Jahr 2010 werden im Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) Indikatoren zu Struktur und Dynamik der Flächenentwicklung in Deutschland veröffentlicht. Am Beginn der Arbeit stand eine Untersuchung geeigneter Datengrundlagen (Schumacher und Meinel 2009). Viele Gründe sprachen für die Nutzung des ATKIS in seiner höchsten räumlichen Auflösung, dem Basis-DLM (AdV 2023). Seine hohe räumliche und thematische Auflösung, seine zyklische flächendeckende Grund- und Spitzenaktualisierung, seine freie Verfügbarkeit und seine gegenüber dem Kataster vergleichsweise geringen Migrationsartefakte und Inhomogenitäten ermöglichen ein verlässliches Flächennutzungsmonitoring. Allerdings verlangen seine digitale Ablage eine Flächenpriorisierung und seine nur linienhafte Führung von Verkehr und Gewässern deren Pufferung mit den jeweiligen Objektbreiten. Die Methodik dazu wird hier detailliert beschrieben. Ausgangspunkt für die Indikatorenberechnung ist eine Rasterkarte der Flächennutzungsarten in einer Rasterweite von 2,5 m (Krüger et al. 2013).

Sowohl das thematische Spektrum der Indikatoren, die Funktionalität der interaktiven Webanwendung als auch die Daten- und Dienstbereitstellung durch Exportdienste wurden seit 2010 kontinuierlich ausgebaut und werden stetig weiterentwickelt (Meinel et al. 2021 und Meinel 2023).

Im Jahr 2020 wurde der IÖR-Monitor vom Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD) als Forschungsdateninfrastruktur akkreditiert. Dies hat seine Nutzung auch auf sozialwissenschaftliche Fragestellungen ausgedehnt und belegt die gesellschaftliche und wissenschaftliche Relevanz seiner bereitgestellten Indikatoren.

Neben Messgrößen zur Flächennutzungsstruktur (Flächenanteile unterschiedlicher Landnutzungskategorien) werden auch komplex berechnete Indikatoren bereitgestellt, beispielsweise zur Landschaftsqualität (z. B. Fragmentierung der Landschaft, Hemerobie), dem räumlichen Muster von Siedlungen (z. B. Zersiedelung) oder zum Flächenbedarf für nachhaltige Energiegewinnung (Windpark- und Solarenergieflächen).

5 AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse gezeigt, die Belege für die Nutzung des IÖR-Monitors in der raumanalytischen Forschung und der Planungspraxis sind.

5.1 Flächenneuanspruchnahme

Abb. 1 zeigt die Entwicklung des Nachhaltigkeitsindikators „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ für Deutschland im Vergleich der amtlichen Flächenstatistik mit den Werten des IÖR-Monitors. Die Werte des IÖR-Monitors liegen immer unter dem Wert der amtlichen Flächenerhebung, wobei sich die Differenzen zwischen 2010 bis 2020 stetig verkleinern. Allerdings laufen die Kurven ab 2021 wieder auseinander, was u. a. auf die Berücksichtigung von Vormigrationen im IÖR-Monitor zurückzuführen ist. Für 2022 liegt bedingt durch Erhebungsverzögerungen seitens der amtlichen Flächenerhebung noch kein Wert vor.

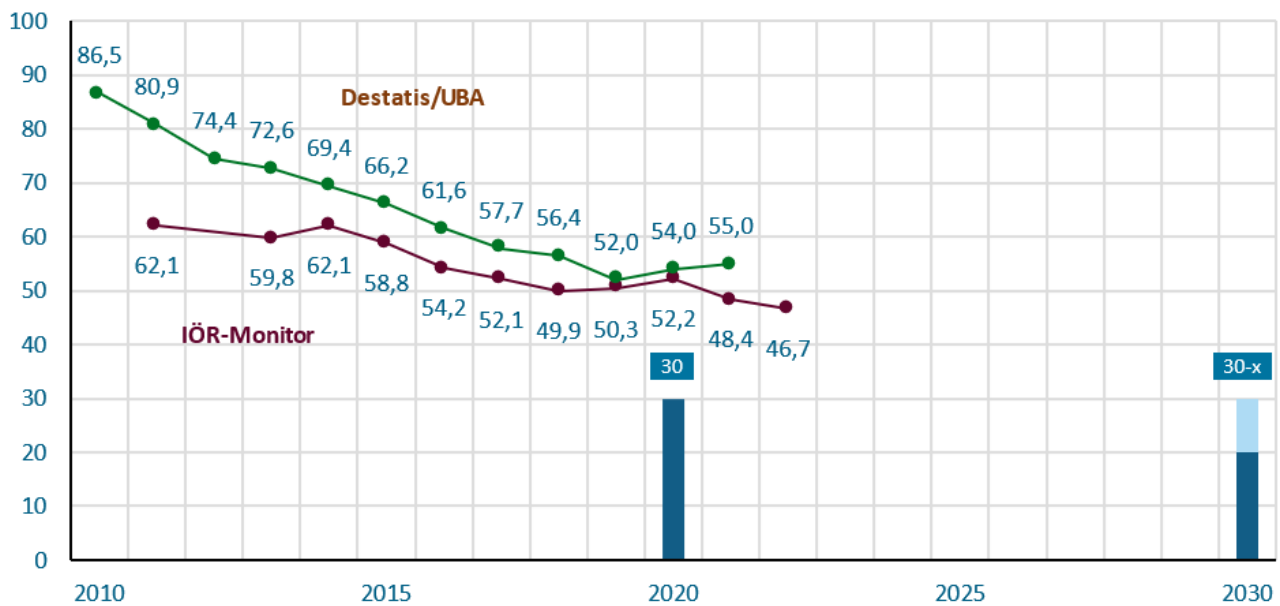


Abb. 1: Entwicklung der Flächenneuanspruchnahme (grün=amtliche Flächenstatistik, braun=IÖR-Monitor) (Quelle: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8115880>)

5.2 Entwicklung der Siedlungsdichte

Abb. 2 zeigt die Entwicklung des Nachhaltigkeitsindikators „Siedlungsdichte“ seit 2010. Dieser Indikator wurde seit 2016 mit der Neuauflage der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung und im Zuge der Anpassung an die weltweiten SDGs neu aufgenommen (Bundesregierung 2016). Die „Siedlungsdichte“ beschreibt, wie viele Einwohner auf einem Quadratkilometer Siedlungs- und Verkehrsfläche leben. Anders als die Einwohnerdichte kann damit die Effizienz der Siedlungsflächennutzung bewertet werden. Ziel der Bundesregierung ist eine Stabilisierung der Siedlungsdichte auf den Wert des Referenzjahres 2000 (Bundesregierung 2016). Der Kurvenverlauf zeigt allerdings, dass dieses Ziel verfehlt wird. Dabei ist die Siedlungsdichte in Landkreisen stärker rückläufig als in kreisfreien Städten. Aber auch dort sank die Siedlungsdichte gegenüber dem Jahr 2010. Weiterführende Details sind publiziert in (Hübsch 2017).

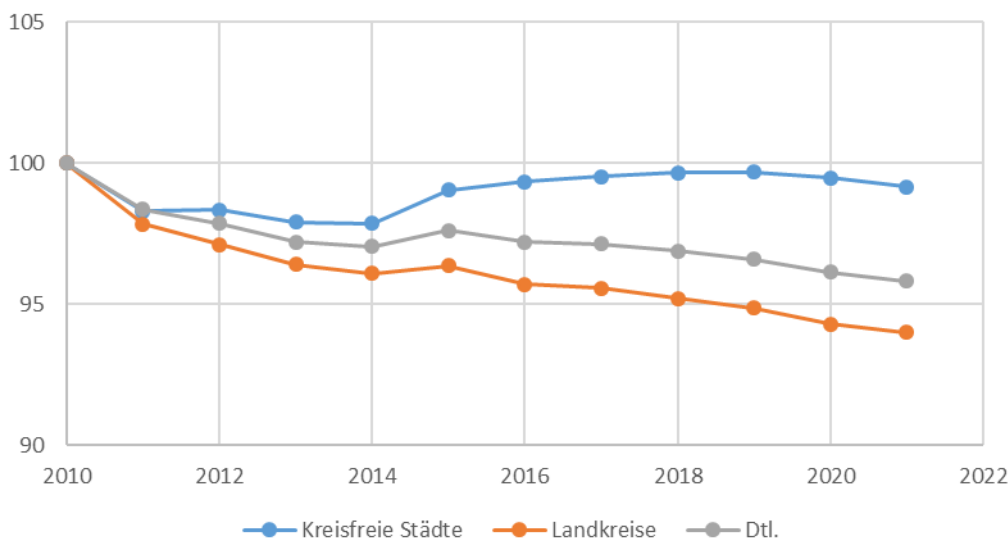


Abb. 2.: Entwicklung des Nachhaltigkeitsindikators Siedlungsdichte (Quelle: IÖR-Monitor)

5.3 Energieflächeninanspruchnahme durch Freiflächenphotovoltaik

Der Bedarf an Flächen für Freiflächenphotovoltaik (FF-PV) ist gewaltig. Auch wenn diese für die Energiewende gebraucht werden, ist der damit in der Regel verbundene landwirtschaftliche Flächenverlust problematisch zu sehen. Das gilt insbesondere dann, wenn hochwertige Böden mit FF-PV überbaut werden. Selbst wenn unter den Anlagen noch eine Beweidung erfolgt, ist die ackerbauliche Nutzung nicht mehr möglich. Lösung wäre hier eine multifunktionale Flächennutzung, wie die Agro-PV oder die Aqua-PV (Kern 2023). Abb. 3 zeigt die rasante Flächeninanspruchnahme durch FF-PV in Deutschland.

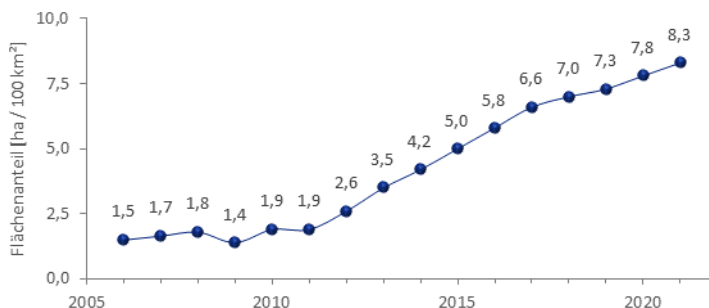


Abb. 3: Entwicklung der Freiflächen-PV in Deutschland (Quelle: IÖR-Monitor?)

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die unterschiedliche Ausbausituation in den Bundesländern. Ersichtlich ist der höhere FF-PV-Flächenanteil im Osten und Südosten Deutschland gegenüber dem Westen und Norden (Walz et al. 2022). Dort dominiert die Windkraft, wie im Indikator „Anteil Windparkfläche an Gebietsfläche“ im IÖR-Monitor in einer Karte auf Kreisbasis von 2022 gezeigt: <https://monitor.ioer.de/?rid=4359> Weitere Details sind Krüger et al. 2023 und Lipfert 2023 zu entnehmen.

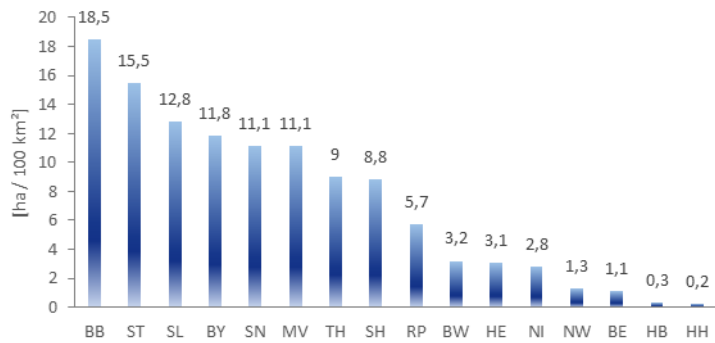


Abb. 4: Flächenanteile PV-FFA für die Bundesländer (Quelle: IÖR-Monitor)

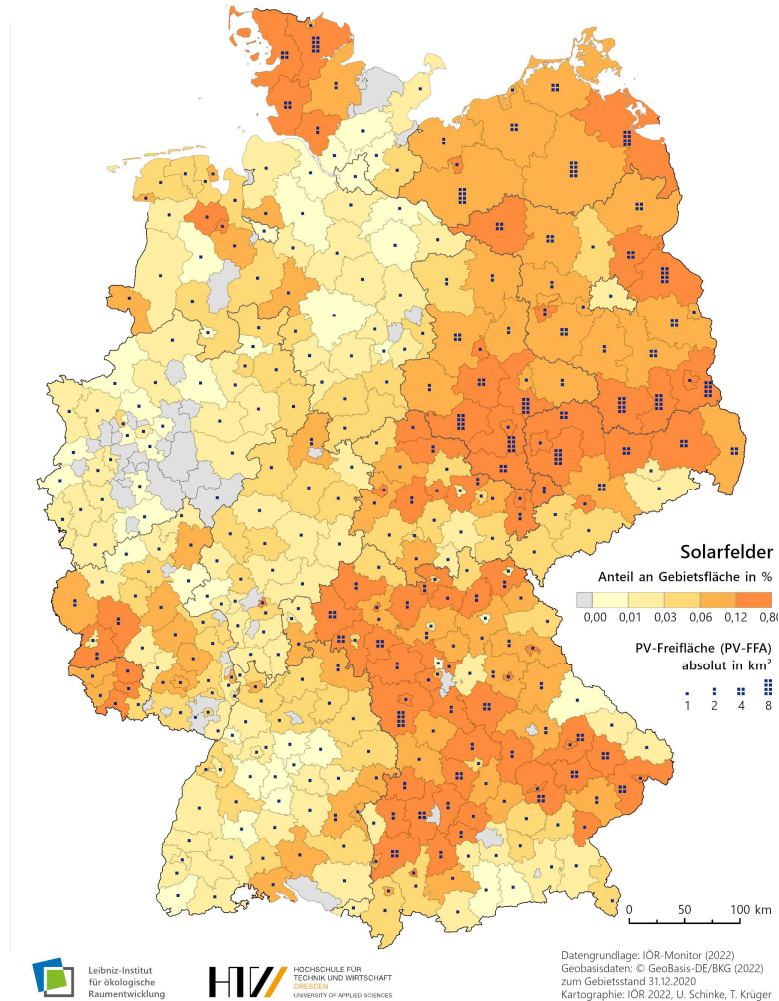


Abb. 5.: Anteil der FF-PV an den Gebietsflächen der Kreise Deutschlands (Quelle: IÖR-Monitor)

5.4 Bauliche Entwicklung in Überschwemmungsgebieten

Abb. 6 zeigt die im IÖR-Monitor visualisierte bauliche Entwicklung in amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten (Indikator Siedlungslast der Kategorie Risiko, Kreiskarte 2022: <https://monitor.ioer.de/?rid=4358>). Die Siedlungslast berechnet sich dabei aus dem Flächenanteil des amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebietes, der von baulich geprägter Siedlungs- und Verkehrsfläche eingenommen wird. Obwohl amtlich festgesetzte Überschwemmungsgebiete eigentlich frei zu halten sind vor baulichen Entwicklungen, zeigt die Abb. 6, dass die bauliche Entwicklung in Überschwemmungsgebieten (blau) höher ist als die allgemeine Siedlungsentwicklung (orange). Selbst die öffentliche Hand ist in dieser Hinsicht oft kein Vorbild. So wurde beispielsweise das Dresdner Kongresszentrum wegen der Attraktivität des Standortes unmittelbar an der Elbe errichtet, obwohl die Fläche in einem festgesetzten Überschwemmungsgebiet liegt.

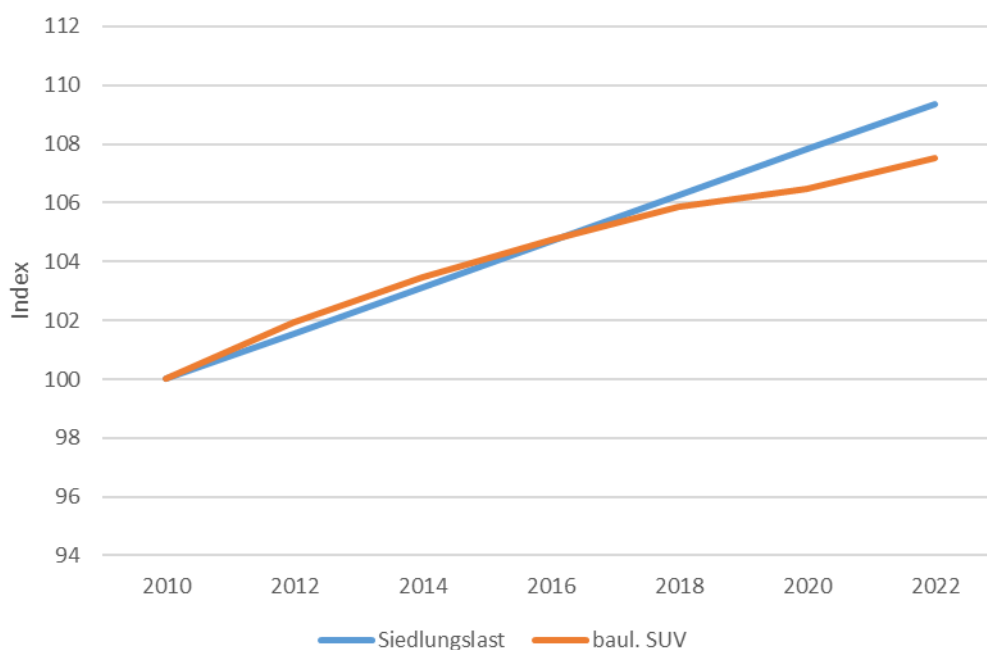


Abb. 6.: Bauliche Entwicklung in amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten (Quelle: IÖR-Monitor)

6 SCHLUSSFOLGERUNG

Das Flächennutzungsmonitoring ist und bleibt eine große Herausforderung. Erst lange robuste Zeitreihen ermöglichen die sichere Bewertung der Veränderungstendenzen der Flächennutzung. Sowohl ALKIS (optimiert für den Grundstücksverkehr) als auch ATKIS (optimiert für geotopographische Visualisierungen) sind beide nicht ursächlich für ein Flächennutzungsmonitoring und eine daraus abgeleitete Flächenstatistik konzipiert. Beide Systeme werden sich mit der Umsetzung der GeoInfoDok NEU (AdV, 2023) zum 31.12.2023 verändern. Während die Flächenerfassung in ALKIS sehr inhomogen ist und noch verschiedene methodische Veränderung vor sich hat, sind die ATKIS-Daten homogener und die Analysen führen zu robusteren Zeitreihen.

Beste Ergebnisse werden mit einer Primärerhebung der Flächennutzung erzielt, wie die Arealstatistik in der Schweiz zeigt. Nur mit einer über Jahrzehnte nahezu unveränderten Methodik einschließlich der genutzten Basisdaten, können präzise flächenstatistische Analysen und flächenpolitische Schlussfolgerungen gezogen werden. Allerdings nur für vergleichsweise große Gebietseinheiten (Kantone) und auch nur über lange Zeiträume (12 Jahre).

Die amtliche Flächenstatistik in Deutschland ist hinsichtlich robuster Zeitreihen des Kernindikators „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche“ schon auf Bundeslandebene im räumlichen und zeitlichen Vergleich problematisch. Aber auch Städte und Gemeinden brauchen für ihre Bebauplanung und Flächenhaushaltspolitik verlässliche Zahlen zum Flächenverbrauch. Mit dem IÖR-Monitor werden verlässliche Daten angeboten. Allerdings sind es Daten aus der Forschung, denen der Stempel der Amtlichkeit fehlt, was die Arbeit und Zitation dieser Daten in der Praxis erschwert. Die Perspektiven des IÖR-Monitors werden in (Meinel 2022) aufgezeigt.

Die Indikatorwerte des IÖR-Monitors zeigen einen stabilen Abwärtstrend der Flächeninanspruchnahme auf Bundesebene im IÖR-Monitor. Dagegen sprechen zum einen die deutliche Verfehlung des 30-Hektar-Ziels im Jahr 2020, zum anderen die Trendumkehr zu steigenden Werten seit 2018 und eine fehlende verbindliche Kontingentierung des Bundesziels auf der Ebene der Planungs- und Entscheidungsträger. Ohne rechtsverbindliche Flächenkontingentierung wird das Fernziel einer Flächenkreislaufwirtschaft nicht zu erreichen sein. Zu groß sind die Triebkräfte des Marktes.

Die Einbeziehung der Primärdaten der Erhebungsbögen der Bautätigkeitsstatistik als Referenzdaten neuer Gebäude könnte die Qualität der Erhebung und der Zeitreihen wesentlich verbessern (Meinel, 2019). Anzustreben wäre auch die Erstellung eines Referenzdatensatzes der Flächennutzung einschließlich dessen

zyklischer Aktualisierung für eine Teilfläche. Nur so könnte die Güte von Flächennutzungserhebungsmethoden bestimmt bzw. ein Training neuer KI-basierte Klassifikatoren erfolgen.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- ADV (2023): Digitales-Basis Landschaftsmodell (Basis-DLM), abgerufen am 06.09.2023 von <https://www.adv-online.de/Adv-Produkte/Geotopographie/Digitale-Landschaftsmodelle/Basis-DLM/>, 2023.
- ADV (2023): GeoInfoDok neu: abgerufen am 06.09.2023 unter <https://www.adv-online.de/GeoInfoDok/GeoInfoDok-NEU-Referenz-7.1/>
- BLECHSCHMIDT, 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 (2022) 4/2022, S. 250-260, <https://doi.org/10.12902/zfv-0400-2022>, 2022.
- BMUB (2016): Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele, der Bundesregierung, , abgerufen am 06.09.2023 unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-klimaschutzplan-2050.html> , Berlin, 2016.
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK (2023): Arealstatistik Schweiz, abgerufen am 06.09.2023 unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/erhebungen/area.html>, 2023
- BUNDESREGIERUNG (2016): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie – Neuauflage 2016, abgerufen am 06.09.2023 unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-neuauflage-2016-730826>
- BUNDESREGIERUNG (2020): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie - Weiterentwicklung 2021, abgerufen am 06.09.2023 in <https://www.bmu.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltigkeit/strategie-und-umsetzung/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie> , 2020.
- EU (2011): Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions - Roadmap to a Resource Efficient Europe, Document 52011DC0571, abgerufen am 06.09.2023 unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0571> S. 30, 2011.
- EUROSTAT (2023): Land Use and Coverage Area frame Survey (LUCAS), abgerufen am 06.09.2023 unter <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/lucas>, 2023.
- HÜBSCH, B. (2017): Entwicklung der Siedlungsdichte und des Freiraumverlustes eine empirische Untersuchung auf Grundlage des IÖR-Monitors, Masterarbeit, TU Dresden, 2017.
- KERN, L. (2023): Agrarflächenverlust in Deutschland - Bilanzierung und Begegnungsstrategien im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung, Masterarbeit, TU Dresden, 2023.
- KRÜGER, T.; MEINEL, G.; SCHUMACHER, U. (2013): Land-use monitoring by topographic data analysis, In: Cartography and Geographic Information Science 40 (2013) 3, S.220-228, 2013.
- KRÜGER, T., LIPFERT, L., WALZ, U. (2023): Freiflächen-Photovoltaik in Deutschland. Naturschutz und Landschaftsplanung 55 (3), 12-13., abgerufen am 06.09.2023 unter <https://www.nul-online.de/artikel.dll?AID=7312952&MID=1111> .
- KRÜGER, T., LIPFERT, L., WALZ, U. (2023): Windkraftanlagen in Deutschland, In Landschaft und Natur in Karten, DOI: 10.1399/NuL.2023.03.04.
- LIPFERT, L. (2023): Analyse der Flächeninanspruchnahme von Windenergieanlagen und Freiflächen-Photovoltaikanlagen in der Bundesrepublik Deutschland, Masterarbeit, Universität Leipzig, 2023.
- MEINEL, G. (2023): Flächenmonitoring – die ewige Herausforderung?!, abgerufen am 06.09.2023 von <https://doi.org/10.5281/zenodo.8115880>
- MEINEL, G. (2022): Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung – Entwicklung und Perspektiven des IÖR-Monitors, In: Meinel, Gotthard; Krüger, Tobias; Behnisch, Martin; Ehrhardt, Denise (Hrsg.) : Flächennutzungsmonitoring XIV: Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen. Berlin : Rhombos-Verlag, 2022, (IÖR-Schriften; 80), S.167-182, <https://doi.org/10.26084/14dfns-p018>, 2022.
- MEINEL, G.; SIKDER, S.K.; KRÜGER, T. (2022): IOER Monitor: A Spatio-Temporal Research Data Infrastructure on Settlement and Open Space Development in Germany, In: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik 242 (2022) 1, S.159-170, <https://doi.org/10.1515/jbnst-2021-0009> (Online First 2021).
- MEINEL, G. (2019): Bestimmung der Flächenneuanspruchnahme auf Grundlage der Bautätigkeitsstatistik – konzeptionelle Überlegungen, In: Flächennutzungsmonitoring IX, Hrsg: Meinel, G.; Schumacher, U.; Schwarz, S.; Richter, B., Rhombos-Verlag, IÖR-Schriftenreihe 73, Berlin, 2017, abgerufen unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-212790>, 2017.
- 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, S.47-67, 2009.
- WALZ, U.; MEINEL, G.; GÖHLER, L., KRÜGER, T., SCHINKE, U. (2022): Freiflächen-Photovoltaik in Deutschland, In Naturschutz und Landschaftsplanung, Band54(12), S. 8-9 DOI: <https://doi.org/10.1399/NuL.2022.12.04> .
- WBGU (2021): Hauptgutachten: Landwende im Anthropozän: Von der Konkurrenz zur Integration, abgerufen am 06.09.2023 unter <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/landwende>, 2022.