

## Flächenmonitoring im Spannungsfeld von Kontinuität und Innovation: Raumb Beobachtung mit incora-flaeche.de

Fina, Stefan; Eichfuss, Silas; Riembauer, Guido; Xu, Shaojuan; Scholz, Benjamin; Dosch, Fabian

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Fina, S., Eichfuss, S., Riembauer, G., Xu, S., Scholz, B., & Dosch, F. (2022). Flächenmonitoring im Spannungsfeld von Kontinuität und Innovation: Raumb Beobachtung mit incora-flaeche.de. In *Flächennutzungsmonitoring XIV: Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen* (S. 149-156). Berlin: Rhombos-Verlag. <https://doi.org/10.26084/14dfns-p016>

### 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

## Flächenmonitoring im Spannungsfeld von Kontinuität und Innovation: Raumbeobachtung mit incora-flaeche.de

*Stefan Fina, Silas Eichfuss, Guido Riembauer, Shaojuan Xu,  
Benjamin Scholz, Fabian Dosch*

Fina, S.; Eichfuss, S.; Riembauer, G.; Xu, S.; Scholz, B.;  
Dosch, F. (2022): Flächenmonitoring im Spannungsfeld von  
Kontinuität und Innovation: Raumbeobachtung mit incora-  
flaeche.de. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Ehrhardt,  
D. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIV. Beiträge zu Flä-  
chenmanagement, Daten, Methoden und Analysen. Berlin:  
Rhombos, IÖR Schriften 80, S. 149-156.

DOI: <https://doi.org/10.26084/14dfns-p016>

# Flächenmonitoring im Spannungsfeld von Kontinuität und Innovation: Raumb Beobachtung mit incora-flaeche.de

*Stefan Fina, Silas Eichfuss, Guido Riembauer, Shaojuan Xu, Benjamin Scholz, Fabian Dosch*

## Zusammenfassung

Das Projekt *incora – Inwertsetzung von Copernicus-Daten für die Raumb Beobachtung* veröffentlichte im Frühsommer 2022 eine Dashboard-Anwendung zum Monitoring von Nachhaltigkeitszielen der Flächeninanspruchnahme. Im Fokus der Anwendung steht das Monitoring der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung. Im Projekt wurde hierfür eine neue räumlich und zeitlich hochauflösende Datenquelle aus Sentinel-2-Landbedeckungsklassifikationen erstellt und weiteren Datensätzen aus dem amtlichen Geobasisdatenwesen und Erdbeobachtungsdaten der Europäischen Union gegenübergestellt. Mit ausgewählten Indikatoren werden die Menge der baulich neu in Anspruch genommenen Fläche sowie die Lageeigenschaften dieser Flächen im Hinblick auf städtebauliche und umweltbezogene Zielsetzungen bewertet.

Das *incora*-Dashboard bietet die Möglichkeit, gesellschaftspolitische Fragestellungen zur Interpretation der Flächeninanspruchnahme in Deutschland zu veranschaulichen und zu versachlichen. Hierfür wurden neuartige Visualisierungen von Indikatoren in thematischen Karten und die Gegenüberstellung von Geobjekten der Berechnungsgrundlage erarbeitet.

**Schlagwörter:** Flächeninanspruchnahme, Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung, *incora*, Dashboard, Landbedeckung

## 1 Einführung

Das Ziel des Projekts „Inwertsetzung von Copernicus-Daten für die Raumb Beobachtung“ (*incora*, Laufzeit 2019-2022, gefördert vom Modernitätsfonds des Bundesministeriums für Digitalisierung und Verkehr) war die Verbesserung datenbasierter Anwendungen zum Monitoring von Nachhaltigkeitszielen der Flächeninanspruchnahme und ihrer Folgewirkungen auf Mensch und Umwelt. Im Fokus stand die Ergänzung des Monitorings der Siedlungs- und Verkehrsflächen (SuV) mit Indikatoren zur Beschreibung quantitativer und qualitativer Aspekte der Flächeninanspruchnahme in Deutschland. Entsprechende Indikatoren der Raumb Beobachtung wurden mit Hilfe der im Projekt erzeugten deutschlandweiten digitalen Karten für die Veränderung und den Zustand der Landbedeckung und der Versiegelung von Flächen berechnet. Die dabei entstandenen Informationen ergänzen die Kapazitäten eines Flächenmonitorings, das auf Basis der amtlichen

Flächenerhebung derzeit nur mit Abstrichen an Aktualität und Zeitreihenkonsistenz betrieben werden kann.

Im Projekt wurden hierfür die Erfordernisse einer zukunftsfähigen Raumbearbeitung einbezogen, die die Bedeutung der Flächeninanspruchnahme auf eine ressourcenschonende Siedlungsentwicklung umfassend berücksichtigen. Neue Indikatorensets für ein klimaangepasstes ressourcenschonendes Flächenmanagement und -monitoring wurden entwickelt und mit den Bedarfen von Siedlungsentwicklung und Bauflächendetektion zusammengeführt, um die Verwertbarkeit der Projektergebnisse für die Forschung, Planungspraxis (Umweltschutz, Raumplanung) und Politikberatung, aber auch für die Bauwirtschaft (Immobilienwirtschaft, Bauwesen) zu gewährleisten. Aus technischer Sicht wurden Erfahrungswerte für die Ableitung geeigneter Kennziffern aus dem Copernicus-Programm erprobt, mit Referenzdaten verglichen und die Ergebnisse dokumentiert. Die wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse sind in einer neuartigen kartenbasierten Anwendung im Internet unter <https://incora-flaeche.de> veröffentlicht. Die Dateninhalte, Funktionsweise und Entwicklungsschritte zum Aufbau der Plattform sind Inhalt der nachfolgenden Abschnitte.

## 2 Flächenmonitoring mit Sentinel-2-Daten

Der Ausgangspunkt für die Projektaktivitäten in incora war die Überlegung, die seit 2015 neu verfügbaren Daten aus dem Copernicus-Erdbeobachtungsprogramm für die Ziele des Monitorings der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung in Deutschland zu erschließen. Diesbezüglich wird in Fachkreisen seit vielen Jahren diskutiert, dass die für diese Zwecke üblicherweise genutzten Daten aus dem katasterbasierten Geobasisdatenwesen (ALKIS – Automatisiertes Liegenschaftskatasterinformationssystem) problematische Zeitreihenbrüche und Umstellungseffekte beinhalten. Es besteht somit Unsicherheit und Interpretationsspielraum für die Zielerreichung des 2016 um die weiteren Indikatoren Freiraumverlust und Siedlungsdichte ergänzten Nachhaltigkeitsziels der Deutschen Bundesregierung („Reduzierung der Flächeninanspruchnahme“), die einem effektiven Flächenmanagement wenig zuträglich sind (Fina et al. 2022; Schmitz et al. 2021; Die Bundesregierung 2021).

Gleichzeitig wird mit dem stetig steigenden Wissensstand zu den Folgewirkungen der Flächeninanspruchnahme eine an Nachhaltigkeit orientierte Flächenhaushaltspolitik des Bundes zum zentralen Forschungsgegenstand, die im Hinblick auf eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung beständig zu qualifizieren und weiterzuentwickeln ist. Mit dem Aufkommen von Copernicus und Sentinel entstand die Erwartung, die dafür benötigten Datengrundlagen erweitern und längerfristig bereitstellen zu können. Besonderer Bedarf besteht an konkreten Flächenbilanzierungen, die als Geodaten eine Bewertung von Status, Struktur und Änderungen zentraler Landnutzungen sowohl für die öffentliche

Hand als auch für private Anbieter und Nachfrager ermöglicht (Osterhage et al. 2019; Wettemann-Wülk 2015; Siedentop et al. 2007).

Im Projekt incora sollte deshalb untersucht werden, welche Ergänzungspotenziale Copernicus-Daten für verschiedene Indikatoren des Flächenmonitorings bereithalten. Hierfür wurde eine Landbedeckungsklassifikation auf Basis der Sentinel-2-Satellitenbildaufnahmen aus dem Copernicus-Programm für mehrere Jahre erstellt. Änderungen an der Landbedeckung zwischen den Jahren wurden als Veränderungslayer („Change Detection“) erstellt und mit GIS-basierten Qualifizierungsroutinen überarbeitet (siehe hierzu den Beitrag von Eichfuss et al. in diesem Band). Die Ergebnisse zeigen im Abgleich mit Referenzdaten eine hohe Validität. Verbleibende Fehlklassifikationen liegen vornehmlich im Bereich landwirtschaftlicher Flächen, die aufgrund teilweise begrenzter zeitlicher Abdeckung der Vegetationsperioden verschiedener Jahre und Oberflächenformen mit siedlungsflächenähnlichen spektralen Signaturen (z. B. offener Boden, Folientunnel, Freiflächenphotovoltaik) den Siedlungs- und Verkehrsflächen zugeordnet werden (Riembauer et al. 2021)). Zusätzlich wurden aus den Satellitenbildern Versiegelungsraten und deren Veränderungen abgeleitet. Zum Einsatz kam eine Methode der spektralen Differenzierung von Landbedeckungsinformationen in einer Subpixelanalyse.

Diese neuen Datengrundlagen wurden für die Berechnung ausgewählter Indikatoren der Flächeninanspruchnahme für die Themenbereiche Siedlung (baulich geprägte Fläche) und Vegetation genutzt. Der erarbeitete Satz an Indikatoren wurde vom Projektteam vorbewertet und in einem Expertenworkshop final festgelegt. Die Ergebnisse bieten einen eigenständigen Blick auf die Flächeninanspruchnahme in Deutschland seit 2018 und liefern somit eine ergänzende Datensicht. Ihre Gegenüberstellung mit gängigen Daten aus dem Flächenmonitoring erlaubt eine Einschätzung der Ergänzungspotenziale für etablierte Monitoringverfahren. Hierfür wurden Datenbestände aus amtlichen Geobasisdaten (ALKIS, ATKIS), der Regionalstatistik (Bodenbedeckung nach Art der Tatsächlichen Nutzung) und der europäischen Raubeobachtung (CORINE, Copernicus Versiegelungslayer) für das Incora-Dashboard aufbereitet.

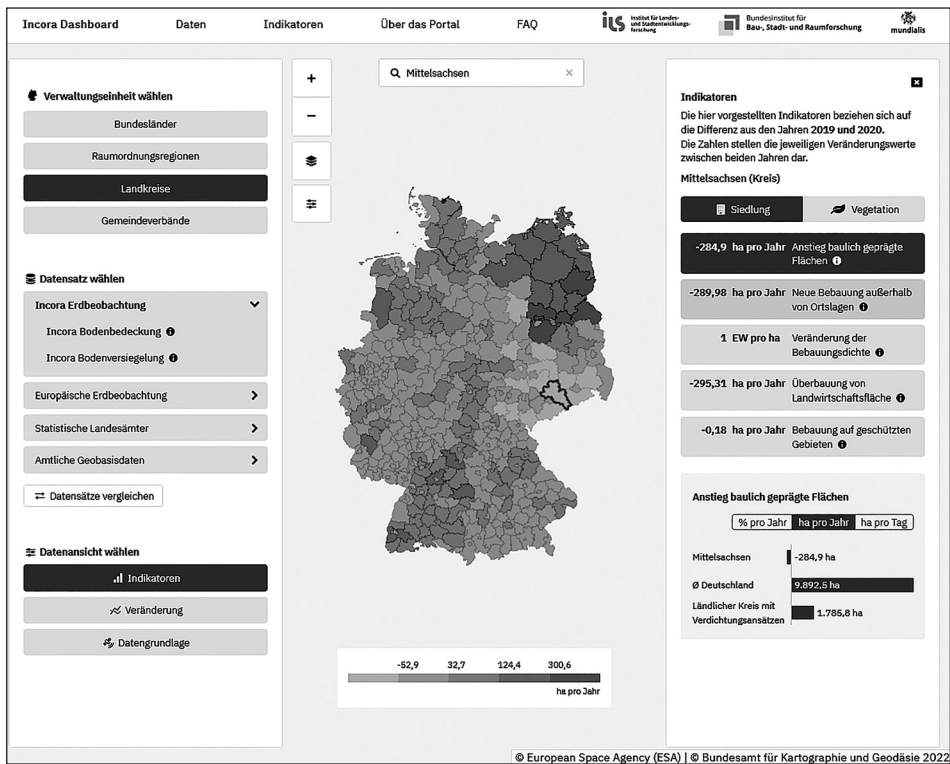
### 3 Das Incora-Dashboard

Im Incora-Dashboard wird die Möglichkeit geboten, mit interaktiven Karten und Diagrammen Ergebnisse aus dem Monitoring der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung verschiedener Datenquellen nutzerfreundlich abzurufen. Die datenjournalistische Aufbereitung nutzt visuelle Interpretationshilfen, die eine Gegenüberstellung von auswählbaren Datengrundlagen und Indikatoren erlauben. Weiterhin ist eine übersichtliche Online-Dokumentation von Daten und Indikatoren wesentlicher Bestandteil des Portals. Die Vielfalt möglicher Indikatoren und Daten wird mit Menüpunkten zur Beschreibung, Historie, Anwendungsbeispielen, interaktiven Karten und Literaturhinweisen ausführlich

beschrieben. Im Dashboard selbst findet eine Konzentration auf die neun wichtigsten Kernindikatoren aus den Bereichen Siedlung und Vegetation statt. Im Mittelpunkt stehen Veränderungen der Flächenentwicklung für ausgewählte Beobachtungszeiträume.

### 3.1 Interaktive Analyse von Entwicklungstrends

Abbildung 1 zeigt die Einstiegsseite in das Dashboard mit den auswählbaren Ebenen der Verwaltungsgliederung, den für das Portal aufbereiteten Datenquellen und der Datensicht (Indikatoren, Veränderung und Datengrundlagen) im Seitenbereich links. Die interaktive Karte in der Mitte ermöglicht die Auswahl einer Verwaltungseinheit, für die auf der rechten Seite dann Ergebnisse dargestellt werden.



© European Space Agency (ESA) | © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2022

Abb. 1: Das incora-Dashboard (Quelle: <https://incora-flaeche.de>)

Zum Veröffentlichungsstart enthält die Plattform bundesweite Berechnungen der Indikatoren mit Datengrundlagen aus der Tatsächlichen Art der Bodennutzung („Flächenstatistik“), wie sie vom Statistischen Bundesamt aus den zugrundeliegenden ALKIS-Daten zusammengestellt und veröffentlicht werden. Weitere Datensätze entstammen dem Digitalen Basislandschaftsmodell des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS Basis-DLM) sowie den Geobjekten aus dem Objektartenbereich



der Tatsächlichen Nutzung aus ALKIS. Letzter Datensatz ist derzeit nur für Nordrhein-Westfalen in Zeitreihen verfügbar, so dass Veränderungen für den Beobachtungszeitraum 2017-2020 nachvollzogen und dargestellt werden können. Diese Möglichkeit ergibt sich durch die Veröffentlichung historischer ALKIS-Daten, die von der Bezirksregierung Köln seit Oktober 2021 im Geoportal.NRW angeboten werden. Aus der Erdbeobachtung ergänzen ausgewählte Quellen der Europäischen Union, namentlich der Versiegelungslayer (Copernicus HRL Imperviousness Degree) und CORINE Land Cover, die Landbedeckungsklassifikation und Versiegelungskarte aus incora. Weitere Informationen zu den Datensätzen finden sich in den ausführlichen Beschreibungen im Portal.

Die im incora-Dashboard verfügbaren Indikatoren wurden mit den oben beschriebenen Datengrundlagen berechnet, um Vergleiche unterschiedlicher Datenquellen zu ermöglichen. So können Zeitreihen der Entwicklung einzelner Datensätze miteinander verglichen werden. Das Portal visualisiert hierfür für alle Datenquellen die Flächenveränderungen zwischen zwei Zeitständen (z. B. Veränderung der Landbedeckung 2019-2020), und für einige Datenquellen den zuletzt erfassten Zustand (z. B. Landbedeckung 2020). Zudem können Statistiken zu Flächenanteilen nach Nutzungsart und Landbedeckungstyp abgerufen werden.

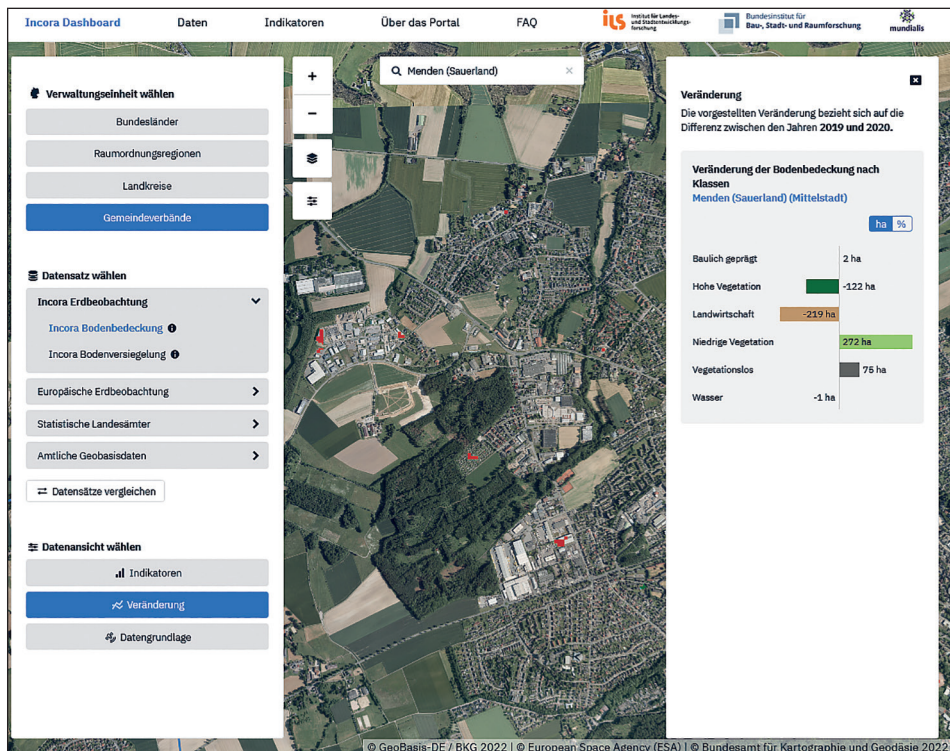


Abb. 2: Inspektion einzelner Flächenveränderungen im incora-Dashboard (Quelle: <https://incora-flaeche.de>)

Eine visuelle Interpretationshilfe im Dashboard ist die Auswahlmöglichkeit von Hintergrundkarten. Neben einer OpenStreetMap-Darstellung topografischer Karteninhalte konnten ein aktueller und ein historischer Luftbilddienst (vor 2013) für ganz Deutschland mit digitalen Orthophotos des Bundesamtes für Kartografie und Geodäsie erstellt werden. Somit ist es möglich, nicht plausible Flächenveränderungen z. B. in der amtlichen Statistik visuell zu überprüfen und mit den Informationen aus weiteren (Geo-)Daten zu vergleichen. Abbildung 2 zeigt eine Detailaufnahme für eine visuelle Inspektion einzelner Flächenveränderungen im Dashboard. Die Dienste laufen auf projekteigenen Servern. Der Weiterbetrieb und die Datennutzungsrechte sind zunächst bis 2024 gesichert.

### 3.2 Gegenüberstellung von Datensätzen

Weiterführende Auswertungen werden in der Funktion „Daten vergleichen“ des Dashboards angeboten. Hier erfolgt eine Auswahl von Datensätzen und den daraus abgeleiteten Statistiken der Flächenveränderung in der Gegenüberstellung von zwei interaktiven Karten und Diagrammen (Abb. 3).

Aus der visuellen Gegenüberstellung auswählbarer Daten und Indikatoren können nicht nur Rückschlüsse über die Validität einzelner Flächenveränderungen gezogen werden. Sie zeigt auch Muster auf, die typische Unterschiede zwischen den Datensätzen aufzeigen. Diese sind zunächst auf die unterschiedliche Sicht zwischen den Datenkatalogen und ihren zugrundeliegenden Objektkatalogen und Nomenklaturen zurückzuführen. Darüber hinaus fallen allerdings auch die Auswirkungen von Klassifikationsunterschieden zwischen zwei Zeitständen eines Datensatzes auf.

### 3.3 Dokumentation

Im Verwertungsplan des Projektes incora stellt das Dashboard eine zentrale Plattform für die im Projekt erarbeiteten wissenschaftlichen Konzepte und Methoden dar, die durch weitere Fachveröffentlichungen ergänzt werden. Folglich wurden die Möglichkeiten der interaktiven Gestaltung auf die Beschreibung und Dokumentation von Daten und Indikatoren ausgedehnt. Dies gilt auch für Indikatoren, die im Dashboard selbst aufgrund einer geringeren Priorisierung oder aufgrund von im Projektverlauf aufgetretenen Machbarkeitsdefiziten nicht eingearbeitet wurden. Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung sind ebenfalls dokumentiert, während die mit Experten erarbeitete Priorisierung von Indikatoren in einer sogenannten Indikatorenpyramide mit Kernindikatoren und Ergänzungsindikatoren visualisiert ist (vgl. auch Eichfuss et al. 2021). Hierzu wurden 34 Indikatoren für die Bereiche Baulich geprägte Flächen, Vegetation, Nachverdichtung, Zersiedelung, Freiraumschutz und Bebauungsstruktur entwickelt und in einer Indikatorenpyramide aus Kern- und Zusatzindikatoren eingestuft und um Raumstrukturindikatoren und Fallbeispielindikatoren ergänzt. Von diesen 34 Indikatoren



werden dreizehn im Dashboard bei den Incora-Datensätzen bundesweit mit Vergleichszeiträumen dargestellt.

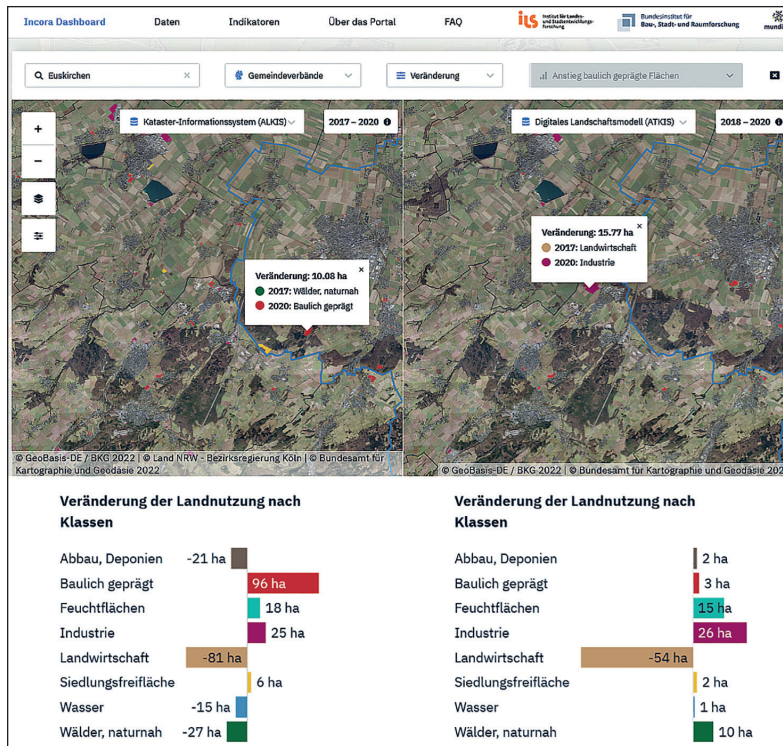


Abb. 3: Gegenüberstellung von Flächenveränderungen mit der incora-Dashboard-Funktion „Daten vergleichen“ (Quelle: <https://incora-flaeche.de>)

## 4 Fazit

Die Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung in Deutschland befindet sich auf einem nur eingeschränkt bewertbaren Nachhaltigkeitspfad. Defizite in der Konsistenz regionalstatistischer Flächendaten und die Komplexität einer fachlichen Bewertung der Flächenanspruchnahme erfordern Fachkenntnisse, die in der Öffentlichkeit nicht vorausgesetzt werden können. Dies gilt insbesondere, da im Spannungsfeld von Flächenbedarfen und Bauflächenangeboten Einflussfaktoren eine Rolle spielen, die Gegenstand komplexer Aushandlungsprozesse sind. Ein zukunftsfähiges Flächenmonitoring erfordert deshalb die Aufbereitung und Bereitstellung ergänzender Bewertungsgrundlagen, die über Verschneidungen und Verknüpfungen verschiedener Datenbestände maßgeschneiderte Informationen für ausgewählte Themenbereiche bieten. Die Bereitstellung vergleichbarer Indikatoren und verschiedener Datenquellen für die Verwaltungsebenen von Bund, Ländern, Planungsräumen, Kreisen und Kommunen ermöglicht einen Vergleich regionaler Strukturen und Veränderungen für die Raumanalyse und die Politikberatung.

Incora-flaeche.de zielt darauf ab, die zugrundeliegenden datentechnischen Voraussetzungen zu objektivieren und damit Erkenntnisse zu Entwicklungspotenzialen im Flächenmonitoring zu leisten. Von einer Verbesserung der Informationsgrundlagen zur Flächennutzung profitieren die mit der Planung und Entwicklung von Flächennutzungen betrauten Behörden, Planungsbüros, Institute und Interessengruppen unmittelbar. Darüber hinaus erhält die Forschung mit Sentinel-2 kontinuierlich Zusatzdaten aus der Erdbeobachtung, deren Fortführung gesichert ist. Somit besteht die Möglichkeit, im Flächenmonitoring dauerhaft Datenprodukte aus Geobasisdaten und Erdbeobachtung zu nutzen und die Aussagekraft im Hinblick auf Flächensparziele zu verbessern.

## 5 Literatur

- Die Bundesregierung (2021): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021. Die Bundesregierung. Berlin.
- Fina, S.; Hamacher, H.; Scholz, B.; Rönsch, J. (im Erscheinen): Flächenmonitoring und Flächenverbrauch im internationalen Vergleich. Methoden und Daten. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
- Eichfuss, S., Hollen, M., Riembauer, G., Xu, S. (2021): Monitoring von Siedlungsflächen auf Basis von Sentinel-2. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Erhardt, D. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIII. Flächenpolitik – Konzepte – Analysen – Tools. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 79: 189-200. <https://doi.org/10.26084/13dfns-p017>
- Osterhage, F.; Goede, P.; Pehlke, D.; Rönsch, J. (2019): Siedlungsflächenmonitoring Nordrhein-Westfalen. Ergebnisbericht. Erhebung der Siedlungsflächenreserven 2017. Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
- Riembauer, G.; Weinmann, A.; Xu, S.; Eichfuss, S.; Eberz, C.; Neteler, M. (2021): Germany-wide Sentinel-2 based Land Cover Classification and Change Detection for Settlement and Infrastructure Monitoring. In: Albani, S.; Loekken, S.; Soille, P. (Hrsg.): Proceedings of the 2021 conference on Big Data from Space. European Commission and Joint Research Centre Publications Office: 53-56.
- Schmitz, J.; Fina, S.; Riembauer, G.; Hollen, M. (2021): Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche nachgerechnet: Ein Plädoyer für frei zugängliche ALKIS-Daten. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Ehrhardt, D.; (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIII. Flächenpolitik – Konzepte – Analysen – Tools, Bd. 79. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 79: 161-169.
- 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.
- Wettemann-Wülk, J. (2015): Nachhaltige Siedlungsentwicklung und Flächeninanspruchnahme in der raumplanerischen Abwägung und politischen Entscheidungsfindung. Dissertation. Würzburg University Press, Würzburg.