

TEXTE

125/2023

Abschlussbericht

Flächenmonitoring und Flächenverbrauch im internationalen Vergleich

Methoden und Daten

von:

Stefan Fina, Hendrik Hamacher, Jutta Rönsch, Benjamin Scholz

ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH, Dortmund

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 125/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3719 75 102 0

FB001244

Abschlussbericht

Flächenmonitoring und Flächenverbrauch im internationalen Vergleich

Methoden und Daten

von

Stefan Fina, Hendrik Hamacher, Jutta Rönsch, Benjamin
Scholz

ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung
gGmbH, Dortmund

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH
Brüderweg 22-24
44135 Dortmund

Abschlussdatum:

Mai 2023

Fachbegleitung:

Fachgebiet I 2.5 Nachhaltige Raumentwicklung und Umweltprüfungen
Detlef Grimski

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, September 2023

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde als Teilprojekt des Forschungsvorhabens „Verfügbarkeit und Validität von Flächendaten im Zusammenhang mit den SDGs der Nachhaltigkeitsstrategie“, mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz unter der Forschungskennzahl 3719 75 102 0 finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung Flächenmonitoring und Flächenverbrauch im internationalen Vergleich

Dieser Bericht stellt international unterschiedliche Ansätze für das Flächenmonitoring gegenüber und untersucht inwieweit die dabei erzielten Ergebnisse zum Flächenverbrauch passfähig und vergleichbar sind. Im Rahmen einer internationalen Literaturstudie wurden hierfür wesentliche Aussagen zur Flächenneuanspruchnahme im europäischen Raum ermittelt und die zugrunde liegenden Zahlen aus den Originaldaten rekonstruiert. Im Vergleich mit den Zahlen der amtlichen Flächenstatistik in Deutschland wird deutlich, dass insbesondere Aussagen zum Flächenverbrauch differenziert und jeweils unter Berücksichtigung der Methodik des Flächenmonitorings betrachtet werden müssen, um sachgerechte Interpretationen und internationale Vergleiche durchzuführen. Ähnlich verhält es sich beim Vergleich der nationalen Daten aus Belgien, der Schweiz und England.

Abstract Land use monitoring and land take in international comparison

This report compares different international approaches to land use monitoring and examines the comparability of the results concerning land take. Within the context of an international literature study, key statements on European land take were made, with the underlying numbers reconstructed from the original data. Comparing these numbers with those of official land use statistics in Germany, it becomes clear that statements on land take in particular must be considered in a differentiated manner, taking into account the land monitoring methodology used in each case, in order to arrive at meaningful interpretations and allow international comparisons. The situation is similar when comparing national data from Belgium, Switzerland and England.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	10
1 Einleitung.....	11
2 Daten für die Erhebung und Berechnung von Flächenverbrauch.....	12
2.1 Vergleich der Datenquellen: Luftbilder versus Liegenschaftsdaten der amtlichen Flächenstatistik	12
2.2 Dateninterpretation.....	14
2.2.1 Projekt <i>SUPER</i> des Europäischen Raumbewachtungsnetzwerks ESPON	15
2.2.2 SOER 2020 der Europäischen Umweltagentur	18
3 Methodik des Flächenmonitorings und Konsistenz der Ergebnisse.....	20
3.1 Methodik des Monitorings in der Schweiz, Belgien und England.....	20
3.1.1 Arealstatistik Schweiz	20
3.1.2 Landnutzungskataster Belgien.....	21
3.1.3 „Land use change statistics“ England	22
3.2 Vergleich der Aussagen zur Flächenneuanspruchnahme	23
3.2.1 Deutschland – Flächenneuanspruchnahme im Vergleich	23
3.2.2 Schweiz – Flächenneuanspruchnahme im Vergleich.....	24
3.2.3 Belgien – Flächenneuanspruchnahme im Vergleich.....	25
3.2.4 Zwischenfazit I – Flächenneuanspruchnahme	26
3.3 Vergleich der Flächenneuanspruchnahme für Industrie- und Gewerbeflächen	27
3.3.1 Deutschland – Zuwachs an Industriefläche im Vergleich	29
3.3.2 Schweiz – Zuwachs an Industriefläche im Vergleich.....	30
3.3.3 Belgien – Zuwachs an Industrie- und Gewerbefläche im Vergleich	31
3.3.4 England – Zuwachs an Industrie- und Gewerbefläche im Vergleich	32
3.3.5 Zwischenfazit II – Entwicklung der Industriefläche.....	33
3.4 Luftbildgestützte Überprüfung auffälliger Veränderungen bei Industrie- und Gewerbeflächen in zwei Fallbeispielen.....	34
3.4.1 Entwicklung von Industrie- und Gewerbeflächen in der Stadt Bottrop	34
3.4.2 Entwicklung von Industrie- und Gewerbeflächen in der Stadt Solingen	38
3.4.3 Zwischenfazit III – Luftbildabgleiche für auffällige Veränderungen bei Industrie- und Gewerbeflächen.....	40
4 Zusammenfassung.....	42

5	Quellenverzeichnis	43
A	Weitere Literatur im Überblick	46
B	Bodenbedeckung der Arealstatistik Schweiz (27 Grundkategorien).....	48
C	Siedlungsflächen Schweiz (Auszug aus den 72 Kategorien).....	50
D	Kategorien der Bodennutzungsstatistik Belgien	51
E	Kategorien des Katasterregisters Belgien	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Umwidmungen von Flächen für urbane Nutzungen von 2000 bis 2018	17
Abbildung 2:	Flächenneuanspruchnahme und Renaturierung in Deutschland von 2000 bis 2018	19
Abbildung 3:	Jährliche Flächenneuanspruchnahme in Deutschland im Vergleich von Flächenstatistik (DESTATIS) und CORINE Land Cover.....	23
Abbildung 4:	Jährliche Flächenneuanspruchnahme in der Schweiz im Vergleich von Arealstatistik und CORINE Land Cover	25
Abbildung 5:	Jährliche Flächenneuanspruchnahme in Belgien im Vergleich von Landnutzungsstatistik (Statbel) und CORINE Land Cover..	26
Abbildung 6:	Jährliche Flächenneuanspruchnahme in den drei Ländern im Vergleich von nationaler Flächenstatistik und CORINE Land Cover.....	27
Abbildung 7:	Zuwachs der Industrie- und Gewerbeflächen in NUTS-3-Gebietseinheiten	28
Abbildung 8:	Zuwachs der Industrie- und Gewerbefläche in den Schweizer Kantonen im Vergleich von Arealstatistik und CLC (Copernicus).....	31
Abbildung 9:	Zuwachs der Industrie- und Gewerbefläche in den belgischen Verwaltungsbezirken im Vergleich der Statbel Landnutzungsstatistik und CORINE Land Cover	32
Abbildung 10:	Entwicklung der Industrie- und Gewerbefläche nach nationaler Flächenstatistik und CORINE Land Cover	34
Abbildung 11:	Entwicklung von Industrie- und Gewerbeflächen in Bottrop nach CLC	35
Abbildung 12:	Entwicklung der größten Industrie- und Gewerbeflächen in Solingen nach CLC.....	39
Abbildung 13:	Das Gewerbe- und Industriegebiet Schmalzgrube in Solingen	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Klassifizierung der Landbedeckung	13
Tabelle 2:	Merkmale der Arealstatistik der Schweiz für die Eignung im Flächenmonitoring	20
Tabelle 3:	Merkmale der belgischen Landnutzungsstatistik für die Eignung im Flächenmonitoring	21
Tabelle 4:	Merkmale der englischen land use change statistics für die Eignung im Flächenmonitoring.....	22
Tabelle 5:	Zuwachs der Industrie- und Gewerbeflächen in deutschen Bundesländern von 2000 bis-2018.....	30
Tabelle 6:	Zuwachs der Industrie- und Gewerbeflächen in England im Datenvergleich.....	33
Tabelle 7:	Veränderungen großer Industrieflächen in CLC, Stadt Bottrop, 2000-2018.....	36

Abkürzungsverzeichnis

AAA-Modell	Anwendungsschema für die Geoinformationssysteme AFIS, ALKIS und ATKIS
ALB	Amtliches Liegenschaftsbuch
ALKIS	Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem
ATKIS Basis-DLM	Digitales Landschaftsmodell des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems
CHA	CLC Change Database
CLC	Corine Land Cover (CLC 2000 bzw. CLC 2018 = Jahresangaben)
DLR	Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum
EAP	Environment Action Programme / Umweltaktionsprogramm
EEA	European Environment Agency / Europäische Umweltagentur
ESPON	Europäisches Forschungsnetzwerk für Raumentwicklung und territorialen Zusammenhalt
ESPON SUPER	Sustainable Urbanization and land-use Practices in European Regions
EU	Europäischen Union
FÖD	Föderaler Öffentlicher Dienst
GHSL	Global Human Settlement Layer
GUF	Global Urban Footprint
ha/d	Hektar per day [Hektar pro Tag]
ILS	Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH
IÖR	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung Dresden
km/km²	Kilometer/Quadratkilometer
LUCAS	Land Use and Coverage Area frame Survey
LUCS	Land use change statistic
m/m²	Meter/Quadratmeter
NUTS	Nomenclature des Unités territoriales statistiques (Systematik zur eindeutigen Identifizierung und Klassifizierung der räumlichen Bezugseinheiten der amtlichen Statistik in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union)
PDL	Previously Developed Land (Land mit baulicher Vornutzung)
SDG	Sustainable Development Goals (Vereinte Nationen)
SOER	State of the Environment Report

1 Einleitung

Der Flächenverbrauch liegt in Deutschland immer noch auf einem hohen Niveau. Jeden Tag werden 55 Hektar Fläche (gleitender Vierjahresschnitt von 2018 bis 2021) für Siedlungs- und Verkehrszwecke neu in Anspruch genommen. Diese Flächenneuanspruchnahme geht überwiegend zu Lasten der Landwirtschaft. Sie ist allerdings nicht gleichzusetzen mit der Versiegelung von Böden, da Siedlungs- und Verkehrsflächen auch unversiegelte Flächen wie beispielsweise Parks, Kleingärten oder Sportplätze enthalten.

Zwar ist die Flächenneuanspruchnahme seit dem Jahr 2000 deutlich gesunken. Damals betrug sie noch 129 Hektar pro Tag. Nicht erreicht werden konnte allerdings das in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie im Jahr 2002 verankerte Ziel zur Reduzierung auf maximal „30 Hektar pro Tag bis zum Jahr 2020“. Mit der Neuauflage der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (Weiterentwicklung 2021) (Die Bundesregierung 2021) wurde der Indikator für die Flächenneuanspruchnahme für die Folgejahre weiterentwickelt. Das Ziel lautet nun: den Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche auf durchschnittlich unter 30 Hektar pro Tag bis zum Jahr 2030 zu senken. Perspektivisch soll bis zum Jahr 2050 eine vollständige Flächenkreislaufwirtschaft erreicht werden, die in der Bilanz keine Flächenneuanspruchnahme nach sich zieht („Netto-Null“, Die Bundesregierung 2021: 271).

Das Monitoring der Flächenneuanspruchnahme erfolgt in Deutschland auf Basis der amtlichen Flächenstatistik. Die Daten werden jährlich vom Statistischen Bundesamt in der Fachserie 3 Reihe 5.1 „Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung“ veröffentlicht. Die Nutzungsart Siedlungs- und Verkehrsfläche umfasst Wohnbauflächen, Industrie- und Gewerbeflächen, Flächen für Handel und Dienstleistungen, Flächen für Ver- und Entsorgung oder öffentliche Einrichtungen, Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen, Friedhöfe, Straßen- und Wegeverkehrsflächen, Plätze, sowie Bahn-, Flug- und Schiffsverkehrsflächen (Statistisches Bundesamt 2021).

Ein hoher Flächenverbrauch ist nicht nur in Deutschland, sondern in ganz Europa ein Problem. Nach Angaben der Europäischen Umweltagentur betrug der Flächenverbrauch (land take) in den EU-28 Staaten im Zeitraum der Jahre 2000 bis 2006 rund 1.000 Quadratkilometer pro Jahr und im Zeitraum der Jahre 2012 bis 2018 539 Quadratkilometer pro Jahr. Allerdings erfolgt das Monitoring auf der Basis von Luftbilddaten.

In diesem Projekt wurde untersucht, inwieweit die Zahlen zur Flächenneuanspruchnahme in Deutschland mit denen zum Flächenverbrauch in anderen europäischen Ländern vergleichbar sind bzw. inwieweit die in internationalen Studien zugrunde gelegten Daten für den Flächenverbrauch in Deutschland mit den Daten der amtlichen Flächenstatistik passfähig und kompatibel sind. Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse dieser Untersuchungen.

2 Daten für die Erhebung und Berechnung von Flächenverbrauch

Dieses Kapitel dokumentiert die Ergebnisse einer Literaturstudie. Im Kern stand die Frage, wie Aussagen zum Flächenverbrauch in Deutschland und in internationalen Vergleichsstudien aus ausgewählten Datengrundlagen abgeleitet werden. Die relevante Literatur kann dabei in methodisch angelegte Dokumente aus der Fernerkundung und Erdbeobachtung sowie in fachliche Literatur zum Thema Flächenverbrauch und Flächeninanspruchnahme unterschieden werden. Neben wissenschaftlicher Literatur zu den Stichwortkombinationen Flächenverbrauch/Flächeninanspruchnahme und Indikatorkonzepte, Messverfahren bzw. Datengrundlagen wurden Berichte zum Flächenverbrauch von nationalen Behörden und der Europäischen Union gesichtet. Auf dieser Grundlage konnte eine Analyse zu der Frage durchgeführt werden, ob Aussagen und Interpretationen aus dem Monitoring der Flächenneuanspruchnahme durch die Wahl verfügbarer Datengrundlagen beeinflusst werden.

Für ausgewählte Befunde werden im Folgenden die Datenanalysen aus der Literatur rekonstruiert und den in Deutschland zugrunde gelegten Daten für den Flächenverbrauch gegenübergestellt. Zusätzlich werden in Kapitel 3 Monitoringansätze in drei ausgewählten europäischen Ländern zum Vergleich herangezogen. Diese Vergleiche dienen einer Einschätzung, ob auch außerhalb von Deutschland Diskrepanzen zwischen nationalen und internationalen Zahlen für den Flächenverbrauch zu verzeichnen sind.

2.1 Vergleich der Datenquellen: Luftbilder versus Liegenschaftsdaten der amtlichen Flächenstatistik

Ein wesentliches Ergebnis der Literaturstudie ist, dass sich die in internationalen Publikationen recherchierten Darstellungen über den Flächenverbrauch in Deutschland vornehmlich auf fernerkundlich erhobene Daten beziehen. Auf europäischer Ebene kommen insbesondere Daten aus dem Erdbeobachtungsprogramm *Copernicus* zum Einsatz (Copernicus Land Monitoring Service), wie auch im Umweltbericht der European Environment Agency (SOER – State of the Environment Report) (EEA 2020). Auf globaler Ebene veröffentlicht die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit (OECD) Zahlen zum Verlust landwirtschaftlicher Nutzflächen durch Urbanisierung, die sich ebenfalls auf fernerkundlich erhobene Daten beziehen (OECD 2018). Für diese Zwecke wurden Daten aus dem Global Human Settlement Layer (GHSL) des *Joint Research Centre* der Europäischen Kommission (JRC) genutzt, der weiter in die Vergangenheit zurückreicht als Copernicus, aber erst 2018 veröffentlicht wurde (Melchiorri et al. 2018).

Beiden Datensätzen gemeinsam ist, dass die Erhebungsmethodik der Erdbeobachtung Landbedeckungsdaten erzeugt. Das heißt, dass sich Erkenntnisse zum Landnutzungswandel auf Veränderungen der spektralen Signatur von Bildpixeln beschränken, die von Satellitensensoren detektiert werden. Eine Erfassung des Nutzungswandels durch menschliche Aktivitäten, der keine Änderungen der spektralen Signatur nach sich zieht, wird somit ausgeschlossen. Damit besteht ein erheblicher methodischer Unterschied zum Monitoring in Deutschland, das planerische Umwidmungen von vormals anderweitig genutzten Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke mit betrachtet. Ein Beispiel sind forst- bzw. landwirtschaftlich genutzte Waldflächen oder Wiesen, die zu Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen umgewidmet werden. Aus der Sicht der Erdbeobachtung ändert sich die Landbedeckung in diesem Fall nicht. Da Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen jedoch in Deutschland als Siedlungs- und Verkehrsfläche erfasst werden, nimmt die Siedlungs- und Verkehrsfläche zu, d. h. die Nutzungsänderung wird als Flächenneuanspruchnahme erfasst.

Die amtliche Flächenstatistik in Deutschland bezieht also derartige Nutzungsänderungen explizit mit ein. Sie erfolgt im Rahmen der Erfassung durch eine Nutzungsartendifferenzierung von Geoobjekten im Amtlichen Liegenschaftskatastersystem ALKIS, dessen Einordnung von geschulten Sachbearbeitern aus einer Kombination von Geodatenanalysen (Orthophotos, Digitale Grundkarte) und, bei Bedarf, durch Vor-Ort-Erfassungen festgelegt wird. Die Bundesländer leiten daraus Flächenbilanzen für die Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung ab und melden diese an das Statistische Bundesamt.

Tabelle 1 zeigt zur Veranschaulichung dieses Sachverhalts die Nutzungsarten der Siedlungs- und Verkehrsfläche des Statistischen Bundesamtes (kurz: DESTATIS) im Vergleich mit den bebauten Flächen der Landbedeckungsklassen aus dem europäischen Erdbeobachtungsprogramm Copernicus. Die Nomenklatur für die Landbedeckungsdaten entstammt der in den 1980er Jahren entwickelten CORINE Land Cover Klassifikation der Europäischen Union, die im Jahr 2012 in den Copernicus Land Monitoring Service überführt wurde und weiterhin genutzt wird (Feranec et al. 2016). Deshalb wird im Folgenden von CORINE Land Cover (CLC) gesprochen, wenn Landbedeckungsdaten der Europäischen Union zu Grunde liegen. Die diesbezüglichen Übersetzungen aus dem Englischen entstammen der OpenData-Bezugsquelle des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) für CORINE Land Cover (BKG 2021).

Tabelle 1: Klassifizierung der Landbedeckung

Vergleich der Klassifizierung der Landbedeckung des Copernicus Land Monitoring Service (CORINE Land Cover, links) mit den Nutzungsarten der Bodenart nach Art der Tatsächlichen Nutzung des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS, rechts)

Bebaute Flächen (CORINE Land Cover)	Siedlungs- und Verkehrsfläche (DESTATIS)
Stadt	Wohnbauflächen, Flächen für Handel und Dienstleistungen
lockere Verbauung	
Industrie und Gewerbe	Industrie- und Gewerbeflächen
Verkehrsfläche	Straßen- und Wegeverkehrsflächen, Bahnverkehrsflächen, Plätze
Hafengebiet	Schiffsverkehrsflächen
Flughafen	Flugverkehrsflächen
Deponien und Abraumhalden	Flächen für Ver- und Entsorgung oder öffentliche Einrichtungen
Städtische Grünfläche	Friedhof
Sport- und Freizeitanlage	Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen
Baustellen	-

Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2021 (linke Spalte), Statistisches Bundesamt 2021 (rechte Spalte)

Die Gegenüberstellung der bebauten Flächen (CORINE Land Cover, linke Spalte) und der Siedlungs- und Verkehrsflächen (DESTATIS, rechte Spalte) in Tabelle 1 erfolgt nach einer aus Sicht der Verfasser logischen Zuordnung der semantischen Ähnlichkeit von Begriffen. Dies gelingt nicht durchgängig, da Nomenklaturen für Erhebungsmethoden von Erdbeobachtung und Katasterwesen entwickelt wurden, die sich fundamental unterscheiden. So werden z.B. die Landbedeckungsklassen *Stadt* (engl.: *continuous urban fabric*) und *lockere Verbauung* (engl.: *discontinuous*

urban fabric) auch Siedlungs- und Verkehrsflächen abdecken, die nicht in der entsprechenden Zeile gegenübergestellt sind. Ebenso ist unklar, welche Nutzungsarten der Siedlungs- und Verkehrsfläche der Landbedeckung *Baustelle* entsprechen (siehe unterste Zeile in Tabelle 1).

Darüber hinaus gibt es deutliche Unterschiede in der Genauigkeit der Flächenerfassung. Während in ALKIS Geoobjekte mit Genauigkeiten von 1.000 Quadratmetern und höher (je nach Bundesland) erfasst werden, beträgt die Mindestkartiereinheit in CLC 25 Hektar für die Datenabgabe flächendeckender Landbedeckungsdaten eines Jahres. Zusätzlich wird ein sogenannter *Change Layer* veröffentlicht, der Veränderungen größer fünf Hektar enthält (Feranec et al. 2016). In einigen Publikationen bzw. Projektberichten, wie dem unter 2.2 beschriebenen ESPON-Projekt SUPER, wird die räumliche Auflösung von CLC durch Datenfusionen verbessert. Um kleinräumige Entwicklungen zu verzeichnen, werden die CLC-Daten mit Quellen wie dem Global Urban Footprint (GUF) vom Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) aus dem Jahr 2012 kombiniert, mit einer Auflösung von zwölf Metern. Dieses Vorgehen ist allerdings beschränkt auf Datenanalysen für das Jahr 2011, für spätere Jahre wird der Global Human Settlement Layer (GHSL) des *Joint Research Centre* der Europäischen Kommission (JRC) mit einbezogen. Die Berichte verweisen für detailliertere Informationen auf die CLC Change Database (CHA). Eine Rekonstruktion der Datenanalysen ist aus diesen Angaben nicht möglich.

Zusammenfassend wird deutlich, dass signifikante Abweichungen in den Monitoringergebnissen zum Flächenverbrauch schon aufgrund unterschiedlicher Datenquellen gegeben sein können. In der Bilanzierung der einzelnen Klassen bzw. Nutzungsarten als entweder *bebaute Flächen* (fernerkundungsbasiert) oder *Siedlungs- und Verkehrsfläche* (katasterbasiert), über die in nationalen und internationalen Dokumenten als Wert für die Flächenneuanspruchnahme insgesamt berichtet wird, werden diese Unterschiede kaum reflektiert. Die Ähnlichkeit der Begriffe verleitet dann unter Umständen zu Fehlinterpretationen im Monitoring der Flächenneuanspruchnahme.

2.2 Dateninterpretation

Die Suche nach Antworten auf die Frage, welchen Einfluss die Datenquelle auf die Interpretation der Daten und auf mögliche Schlussfolgerungen der Raubeobachtung mutmaßlich hat, war ein zentrales Anliegen des Projektes.

Neben den Aussagen zum Flächenverbrauch wurde im Rahmen der Literaturstudie nach Publikationen gesucht, die die Monitoringergebnisse der deutschen Flächenstatistik für eigene Analysen nutzen und bewerten. Eine erste Erkenntnis ist, dass es hierzu kaum Literatur gibt. Es konnte nur eine Arbeit gefunden werden, die jenseits von europaweit verfügbaren Daten aus der Fernerkundung die im jeweiligen Land für politische Zielsetzungen genutzten Datenquellen (z.B. für Deutschland die Flächenstatistik) bewertet. Die Veröffentlichung von Decoville und Schneider 2015 „*Can the 2050 zero land take objective of the EU be reliably monitored? A comparative study*“ verfolgt diesen Ansatz, nimmt allerdings keine eigenen Berechnungen für Deutschland vor. Im Fokus steht eine Bewertung von Datenoptionen zur Zielerreichung des europäischen Ziels einer vollständigen Flächenkreislaufwirtschaft bis 2050 („no net land take objective“).

Die Autoren kommen im Vergleich mit Luxemburg zu dem Schluss, dass das Monitoring der Flächenneuanspruchnahme in Luxemburg ähnlich funktioniert wie in Deutschland. Interpretationsprobleme für die nationale Raubeobachtung ergeben sich dadurch, dass in Luxemburg für diesen Zweck ebenfalls amtliche Statistiken aus Katasterdaten abgeleitet werden, und dass dadurch Diskrepanzen zu den Ergebnissen der europäischen Raubeobachtung entstehen:

„The National Plan for sustainable development in Luxembourg has set the objective to limit to one hectare (ha) per day the process of land take by 2020 []. We have been confronted with a

profusion of different data sets, all with very different results that affect the credibility of the 1 ha-goal” (S. 3f.).

Darüber hinaus verweist der Artikel auf die Bedeutung von weiteren Indikatoren, die neben der Flächenneuanspruchnahme auch die Bodenversiegelung und geplante „Baugrundstücke“ in das Monitoring einbeziehen. Gleichzeitig wird konstatiert, dass kleinere Baugrundstücke mit den Methoden der Fernerkundung in CLC nicht erfasst werden können, die Mindestkartiereinheit ist zu groß. Die Studie kommt somit zu dem Schluss, dass fernerkundungsbasierte Instrumente der Europäischen Union zum Flächenmonitoring für kleinere Flächen zu unpräzise sind. Getestet wurden diese Aussagen für die Länder Luxemburg und Malta. Das Ziel einer Netto-Null-Landnahme bis 2050 kann somit nicht zuverlässig bewertet und effizient verfolgt werden. Dieser Befund steht auch im Zusammenhang mit den Maßnahmen, die zur Begrenzung der Flächenneuanspruchnahme in den Ländern diskutiert werden.

“This problem of data quality may arise for all the small territories (small countries or regional territories), since the CLC project, which is the one tool broadly used to grasp the phenomenon at the European level, appears to be not precise enough. These reservations with respect to the definition of quantified objectives at the EU level are accentuated by the fact that the policy priorities strongly differ from one country to another...” (S. 11).

Weitere im Projektverlauf gesammelte Literatur mit Bezug zu Anwendungen des Flächenmonitorings bezieht sich in der überwiegenden Mehrheit auf Auswertungen von CLC-Daten und weiterer von der Europäischen Umweltagentur erhobener Daten zur Landbedeckung, vereinzelt auch zur Bodenversiegelung. Anhang A enthält eine Liste mit ausgewählten Studien mit Kurzzusammenfassung der wesentlichen Aussagen für die Forschungsfragen dieses Berichts.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass in der europäischen Berichterstattung und Fachliteratur vornehmlich Fernerkundungsdaten für das Monitoring der Flächenneuanspruchnahme genutzt werden, die schon aufgrund ihrer Nomenklatur und auflösungsbedingten geometrischen Genauigkeit nicht mit den Ergebnissen der deutschen Flächenstatistik übereinstimmen können. Fraglich ist, ob die Trends der Flächenneuanspruchnahme durch diese Unterschiede fehlinterpretiert werden können. Die Aussagen zum Rückgang der Flächenneuanspruchnahme in Deutschland liefern hierfür erste Hinweise. Im ESPON SUPER-Projekt und im Umweltbericht der EEA wird ein Rückgang der Flächenneuanspruchnahme in Deutschland im Zusammenhang mit einer rückläufigen Flächenneuanspruchnahme für Industrieflächen gesehen. Diese Erklärung kann mit den Daten der deutschen Flächenstatistik nicht nachvollzogen werden.

Eine weitere Literaturquelle verweist darauf, dass auch in Ländern wie Luxemburg Probleme im Monitoring der Flächenneuanspruchnahme durch verschiedene Datenquellen begründet sind. Für einen nächsten Arbeitsschritt wurden deshalb drei ausgewählte Ansätze des Flächenmonitorings in anderen europäischen Ländern untersucht (s. Kapitel 3).

Nachfolgend wird anhand der Aussagen zur Flächenentwicklung in Deutschland in zwei internationalen Berichten dargelegt, welchen Einfluss die Datenquelle auf die Interpretation der Daten und entsprechende Schlussfolgerungen der Raumbearbeitung mutmaßlich hat.

2.2.1 Projekt *SUPER* des Europäischen Raumbearbeitungsnetzwerks ESPON

Aus dem paneuropäischen Projekt *SUPER - Sustainable Urbanization and land-use Practices in European Regions* des Europäischen Raumbearbeitungsnetzwerks ESPON stammt folgende Aussage zur Flächenneuanspruchnahme in Deutschland:

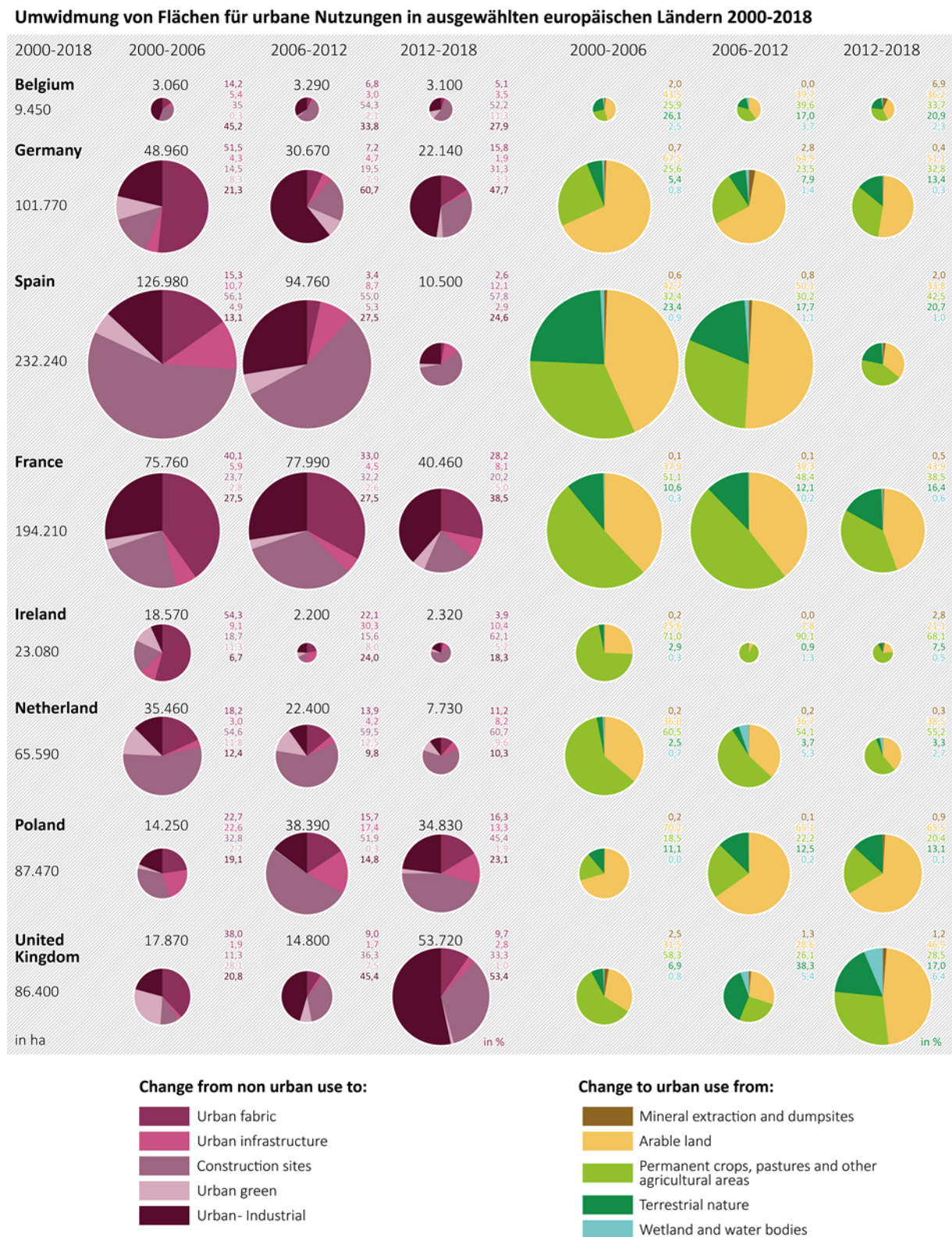
- Deutschland zählt zu den Ländern, in denen der Zuwachs von Industrieflächen pro Einwohner*in in der Zeit zwischen 2000 und 2018 am größten war (ESPON 2020a: 23).

Die Grundlage für den Bericht stellen Daten aus Copernicus unter der oben erläuterten Nomenklatur von CORINE Land Cover und ergänzenden Kombinationen mit GUF und GHSL-Daten dar. In Abbildung 1¹ ist ein Überblick über die Veränderungen der Landnutzung für den vollständigen Beobachtungszeitraum für einzelne Länder dargestellt. Die Abbildung bestätigt, dass Flächen in Deutschland vor allem für Industriebebauung neu genutzt werden und hierfür insbesondere anbaufähiges Ackerland verloren geht. Dieser Trend hat sich den Zahlen zufolge in der letzten Beobachtungsperiode 2012-2018 allerdings verändert. In der Flächenneuanspruchnahme, die entsprechend der Kreisgröße rückläufig ist, ist der Anteil der neuen Industrieflächen an der Flächenneuanspruchnahme insgesamt gegenüber der Beobachtungsperiode 2000-2012 deutlich niedriger. Diese Beobachtung unterstützt zunächst fachliche Einschätzungen, die eine deutliche Suburbanisierung von Industrie und Gewerbe in Deutschland seit den 2010er Jahren feststellen. Im Monitoring StadtRegionen des ILS wird dieser Befund durch die deutlich höhere Anzahl an Baufertigstellungen im Stadtumland von Großstädten bekräftigt. Im Zusammenhang mit der positiven Beschäftigtenentwicklung im Stadtumland und der steigenden Zahl an Berufspendelnden wird rückgeschlossen, dass Gewerbe und Industrie neue Arbeitsplätze im Stadtumland anbieten und für einen großen Anteil der Flächenneuanspruchnahme verantwortlich sind (Fina et al. 2020).

Im Gegensatz zu den rückläufigen Anteilen von Gewerbe und Industrie in Abbildung 1 gibt es allerdings in der deutschen Raumbeobachtung keine Hinweise, dass in der insgesamt abnehmenden Flächenneuanspruchnahme die Industrieflächen zuletzt eine rückläufige Rolle gespielt hätten. Eine konkrete Überprüfung mit Daten der deutschen Flächenstatistik ist schwierig, da in der Umstellung auf ALKIS die Nutzungsart der Gebäude- und Freiflächen für Industrie und Gewerbe geändert wurde, die Zeitreihe ist nicht stabil (Georg 2016). Auffällig ist allerdings, dass in Abbildung 1 die Baustellen (engl. Construction Sites) einen steigenden Anteil an der Flächenneuanspruchnahme in Deutschland einnehmen. Da diese Landbedeckungsklasse in der deutschen Flächenstatistik keine Entsprechung findet (siehe Tabelle 1), kann vermutet werden, dass sich in dieser Klasse vielfach Gewerbe- und Industrieflächen im Bau befinden.

¹ Die Abbildung wurde für diesen Bericht aus der Vorlage nachgebildet (Grafik: J. Rönsch).

Abbildung 1: Umwidmungen von Flächen für urbane Nutzungen von 2000 bis 2018



Quelle: Eigene Darstellung. Grafik: J. Röhnisch. Reproduziert von ESPON 2020b, S. 9 mit freundlicher Genehmigung von © ESPON. Datenquelle: ESPON EGTC. Haftungsausschluss: Die Interpretation von ESPON Material gibt nicht zwingend die Meinung des ESPON 2020 Monitoringkomitees wieder.

2.2.2 SOER 2020 der Europäischen Umweltagentur

Eine weitere Publikation mit hoher Relevanz und Sichtbarkeit für die europäische Raumbewertung ist der *State of the Environment Report* (SOER) der Europäischen Umweltagentur EUA. Die Berichte dazu werden seit 1995 in einem Rhythmus von fünf Jahren veröffentlicht. Der Flächenverbrauch wird darin als „land take“ bezeichnet. Darunter verstehen die Autor*innen die Ausdehnung von Siedlungsflächen („urban expansion“) und ihre Folgewirkungen („land use change“). Die Datengrundlagen für das Monitoring entstammen dem Copernicus Land Monitoring Service nach der CORINE Land Cover Nomenklatur (siehe auch Abbildung 2 und die interaktiven Grafiken auf der [Webseite](#) der Behörde²). In der Interpretation der Ergebnisse zeigt sich, dass der Flächenverbrauch bei einem Anhalten der Trends der letzten Jahre nicht die Ziele eines Netto-Effekts von Null („no net land take“) erreichen kann. Darüber hinaus geht der Flächenverbrauch mit Zersiedelungseffekten in Natur und Landschaft einher, die reduziert werden sollen.

Abbildung 2 zeigt daraus die Flächenneuanspruchnahme in Quadratmeter pro Quadratkilometer Landfläche im Ländervergleich. Deutschland kommt bei diesem Vergleich auf Platz zwölf aller 39 betrachteten Länder. In der Abbildung sind das Vereinigte Königreich, die Schweiz und Belgien ebenfalls hervorgehoben, da diese Länder in den folgenden Abschnitten vertieft betrachtet werden.

Neben dem Ländervergleich finden sich im Bericht zwei weitere Aussagen, die im Kontext „Flächenverbrauch in Deutschland“ gemacht werden:

- ▶ Die Zersiedelung durch neue Wirtschafts- und Gewerbeflächen in Deutschland hat sich seit 2012 um 45% verringert.
- ▶ In Deutschland war die Konversionsrate landwirtschaftlicher Flächen für den Ackerbau („No-tillage agriculture“) stark rückläufig (-97%).

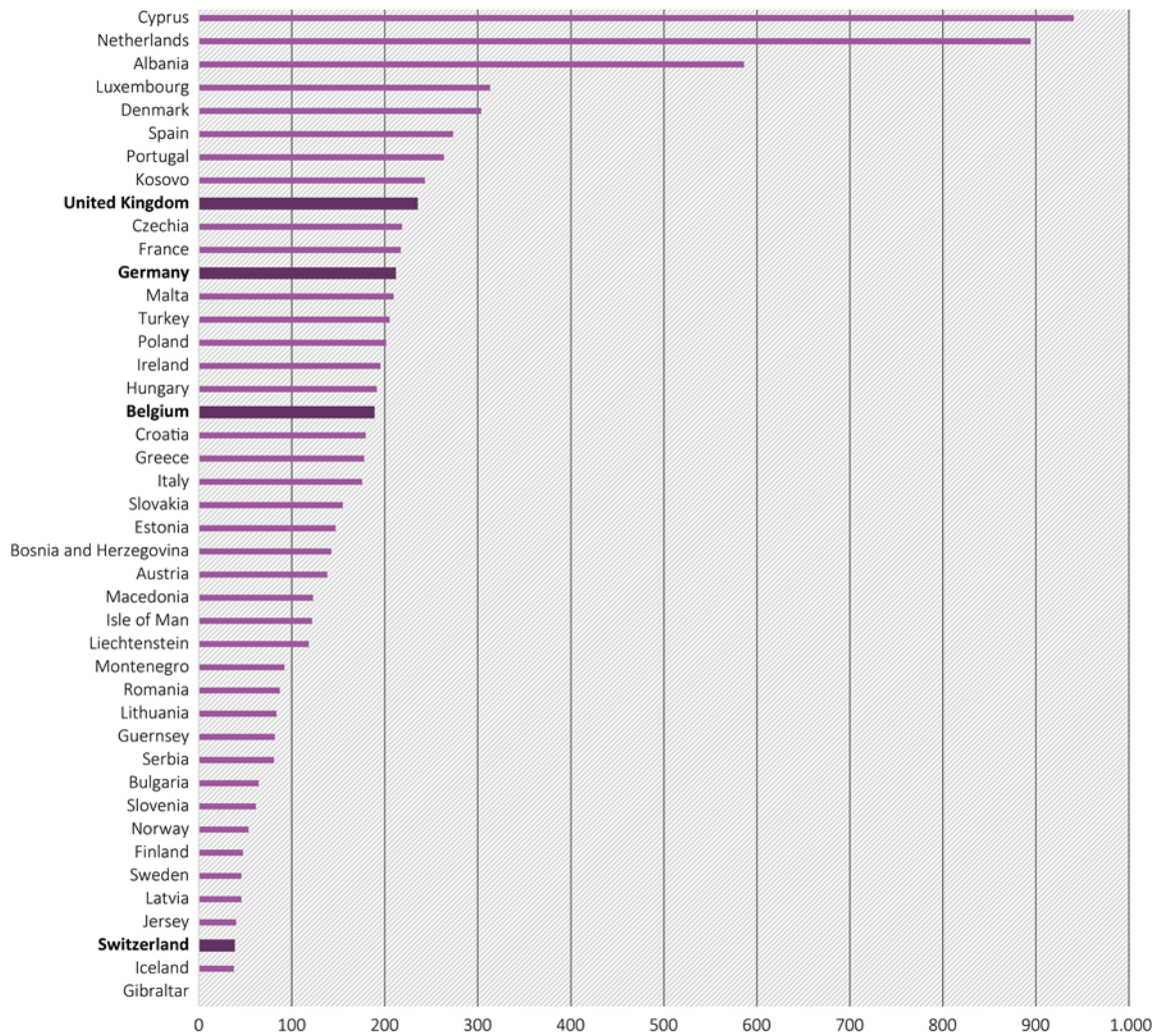
Während die zweite Aussage zur Konversionsrate von landwirtschaftlich genutzten Flächen keinen Bezug zur Flächenneuanspruchnahme hat, ist die erste Aussage zur Zersiedelung durch neue Wirtschafts- und Gewerbeflächen in Deutschland kritisch zu hinterfragen. Wie oben erläutert und aus Abbildung 1 ersichtlich, ist nicht auszuschließen, dass es in diesem Beobachtungszeitraum zu einer vermehrten Eingruppierung neuer Industrie- und Gewerbeflächen in die Landbedeckungskategorie der Baustellen in CORINE Land Cover gekommen ist. Richtig ist zwar, dass die Flächenneuanspruchnahme insgesamt in Deutschland zurückgegangen ist. Wie oben erwähnt sind die Gewerbe- und Industrieflächen nach den Daten der amtlichen Flächenstatistik für den Beobachtungszeitraum nicht vergleichbar, da sich die Nutzungsarten verändert haben. Dennoch lässt sich aus den vormaligen Nutzungsarten der Gebäude- und Freifläche Industrie und Gewerbe (2012: 3.337 km²) und den Betriebsflächen (2012: 2.528 km²) eine Summe bilden (5.866 km²) und den heute als Industrie- und Gewerbeflächen ausgewiesenen Nutzungen (2018: 6.169 km²) gegenüberstellen. Die Aussage im Umweltbericht der EEA wird durch diesen Befund nicht bekräftigt.

Zusätzlich stellt sich die Frage, inwiefern der Begriff der Zersiedelung (engl. „urban sprawl“) hier richtig gewählt ist. Landschaftszersiedelung wird zwar von steigender Flächenneuanspruchnahme begleitet, enthält aber eine weiterführende qualitative Bewertung z.B. im Hinblick auf Umweltbelastungen und Ressourceneffizienz. Aus wissenschaftlicher Sicht der Autoren ist eine Bilanzierung der Flächenneuanspruchnahme für derartige Einschätzungen nicht geeignet.

² zuletzt besucht am 10. Juni 2021.

Abbildung 2: Flächenneuanspruchnahme und Renaturierung in Deutschland von 2000 bis 2018

Flächenneuanspruchnahme in EEA-39 Ländern 2000-2018 (m²/km²)



Datenquelle: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/land-cover-and-change-statistics>, zuletzt besucht am 9.10.2020. Grafik: J. Rönsch

3 Methodik des Flächenmonitorings und Konsistenz der Ergebnisse

In diesem Kapitel wird dargestellt, in welchem Maße verschiedene Monitoringansätze die Vergleichbarkeit der Ergebnisse untereinander und die Interpretation sowie die Schlussfolgerungen beeinflussen können. Im Hinblick auf internationale Vergleichsbetrachtungen werden dafür auch ausgewählte Ansätze im Ausland betrachtet. Die Auswahl fiel auf die Länder Schweiz, Belgien und England. Für diese Länder wird zunächst jeweils die Methodik des Monitorings beschrieben und im Hinblick auf Stärken und Schwächen bewertet. Anschließend werden mit der Ausnahme von England sowohl für diese Länder als auch für Deutschland die verfügbaren nationalen Daten zum Flächenverbrauch – für Deutschland die Daten aus der amtlichen Flächenstatistik - den von der Europäischen Umweltagentur genutzten CLC-Daten gegenübergestellt. Ebenfalls auf Konsistenz geprüft werden schließlich noch verfügbare Datenquellen zur Entwicklung der Industrie- und Gewerbeflächen.

3.1 Methodik des Monitorings in der Schweiz, Belgien und England

3.1.1 Arealstatistik Schweiz

Die Arealstatistik der Schweiz wird seit den 1980er Jahren geführt. Hauptzweck dieser Statistik ist die Dokumentation des Landschaftswandels. Auf der Basis von Luftbildaufnahmen wird hierzu sowohl die Bodennutzung als auch die Bodenbedeckung erhoben. Dies wird mithilfe von 4,1 Millionen permanenten Stichprobenpunkten überprüft. Der Erhebungszeitraum für eine Befliegung der gesamten Landesfläche beträgt sechs Jahre (Beyeler 2018: 47-49, BFS 2016).

Tabelle 2 zeigt diesbezüglich eine zusammenfassende Bewertung nach ausgewählten Kriterien.

Tabelle 2: Merkmale der Arealstatistik der Schweiz für die Eignung im Flächenmonitoring

Methodik	Stärken	Schwächen	Aktualität
Stichprobenweise Luftbildinterpretation	Skalierung der Daten auf bestimmte Raumeinheiten möglich (Bauzonen, Schutzgebiete, hydrologische Einzugsgebiete, biogeografische Regionen usw.)	Vergleichbarkeit der Daten für einzelne Jahrgänge nur eingeschränkt möglich	Richtet sich nach dem Flugprogramm des Bundesamtes für Landestopografie
Überprüfung der Bodennutzung am Stichprobenpunkt (Hektarkoordinaten)		Reine Flächenstatistik	Alle zwölf Jahre seit 1979/85; bisher vier gesamtschweizerische Erhebungen: 1979/85, 1992/97, 2004/09; 2013/18
Datengrundlage sind digitale Luftaufnahmen des Bundesamtes für Landestopografie	Eindeutigkeit der Kategorien	Aufwändige Erhebungsmethodik	
Erhobene Merkmale: 46 Kategorien zur Bodennutzung, 27 Kategorien zur Bodenbedeckung	Innovativer Ansatz, Erhebungsmethodik wird fortlaufend verbessert	Lückenhafte Datensätze (für die Ostschweiz sind teilweise keine Informationen vorhanden, u.a. St. Gallen, Graubünden)	

Quelle: eigene Darstellung

Die Schweiz nutzt im Monitoring des Flächenverbrauchs keine quantitativen Zielvorgaben für das gesamte Land, die Raumordnung formuliert vielmehr Vorgaben für die Kantone zur Nutzung

von Bauzonen und zur Baulandmobilisierung, zu Dichtevorgaben, zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen und zu Zweitwohnsitzen. Die Kantone berichten alle vier Jahre über die Ziele. Zuletzt wurde über eine leicht rückläufige Flächenneuanspruchnahme in Prozentpunkten berichtet (2006-2015: 0,6 Prozentpunkte Anstieg an Siedlungs- und Verkehrsflächen; 1994-2006: 0,07 Prozentpunkte; bis 2006: 0,08 Prozentpunkte, Hoffmann 2021, S. 74). Der Großteil der Flächenneuanspruchnahme entfällt auf den Wohnungsbau mit einer räumlichen Steuerung zugunsten von Agglomerationsräumen (ebd., S. 91).

3.1.2 Landnutzungskataster Belgien

Die Datengrundlage der nationalen Flächenstatistik von Belgien ist der Katasterplan des „FÖD Finanzen“ (Föderaler Öffentlicher Dienst Finanzen). In diesem Datenbestand sind alle Grundstücke verzeichnet (Parzellen und Gebäude). Damit bietet der landesweite Katasterplan eine Basis für die Verknüpfung mit Datenbeständen, die sich – wie z.B. die Landnutzungsart – auf Eigentumsgrenzen beziehen und für das Monitoring der Flächenneuanspruchnahme genutzt werden können (FÖD 2021).

Die Landnutzungsstatistik wird seit 1982 jährlich aktualisiert und wurde in der Methodik seither nicht verändert. Somit wird die Betrachtung sehr langer konsistenter Zeiträume ermöglicht. Bei den Landnutzungskategorien wird zwischen unbebauten und bebauten Grundstücken unterschieden. Unbebaute Grundstücke werden in zehn Unterkategorien eingeteilt (u.a. Ackerland, Wald- oder Erholungsflächen). Bei den bebauten Grundstücken erfolgt die Unterteilung nach der Gebäudenutzung in 15 Kategorien. Neben bebauten Grundstücken mit Wohn- und Industriegebäuden werden auch speziellere Kategorien geführt, wie Grundstücke mit Bauernhöfen, Werkstätten oder Andachtsorten (Statbel 2020). Verfügbar sind die Landnutzungsdaten für alle Raumeinheiten, das heißt für 580 Gemeinden in den drei Regionen Wallonien, Flamen und Brüssel (Statbel 2020).

Tabelle 3 gibt einen Überblick über ausgewählte Eigenschaften des belgischen Flächenmonitorings.

Tabelle 3: Merkmale der belgischen Landnutzungsstatistik für die Eignung im Flächenmonitoring

Methodik	Stärken	Schwächen	Aktualität
Katasterbasierte Erfassung der Grundstücksnutzung	Seit 1982 unveränderte Erfassungssystematik, ermöglicht eine Betrachtung und Analyse langer Zeiträume Daten für alle Verwaltungsebene verfügbar (Regionen, Provinzen, Bezirke, Gemeinden)	Geringe Anpassungsfähigkeit an neue Entwicklungen Durch die starre Systematik ist die Analysetiefe der Landnutzungsdaten für neue Forschungsfragen evtl. eingeschränkt	Sehr hohe Aktualität. Es sind bereits die Daten für das Jahr 2020 verfügbar (Stand April 2021)

Quelle: eigene Darstellung

Die Datengrundlagen werden genutzt, um die regionalen Ziele zu überprüfen, ein übergreifendes nationales Ziel existiert nicht. Zum Beispiel wurde im Raumordnungsplan für Flandern (Spatial Policy Plan) das 2012 formulierte Flächensparziel „3 Hektar pro Tag bis 2025“ etabliert. Die Region Wallonien (6 km² Flächenverbrauch im Jahr 2030) hat ein eigenes Zwischenziel, bis 2040 soll in beiden Regionen die Flächenneuanspruchnahme auf Netto-Null zurückgehen. Im Jahr

2021 lag der Wert in Flandern bei sechs Hektar pro Tag, eine Zielerreichung des Zwischenziels ist Experteneinschätzungen zufolge unwahrscheinlich (Hoffmann 2021, S. 125ff.).

3.1.3 „Land use change statistics“ England

In England wurde bereits 1999 im Rahmen der sogenannten „Prescott-Initiative“³ ein Ziel zur Nachnutzung von Brachflächen eingeführt („brownfield redevelopment target“). Die Initiative zur Wiedernutzung von Land mit baulicher Vornutzung („previously developed land“) bei gleichzeitiger Verminderung der Inanspruchnahme von Flächen auf der ‚Grünen Wiese‘ („greenfield sites“) ging somit von der politischen Spitze aus (bis 2006 vom „Office of the Deputy Prime Minister“, später abgelöst vom „Department for Communities and Local Government“). Im Monitoring wurde mit innovativen Methoden des ‚sequential testing‘ Pionierarbeit geleistet, indem verschiedene Flächenpotenziale systematisch für eine vorgesehene Nutzung verglichen werden (Department of Environment, Transport and the Regions 1998). Hierzu greift die nationale Landesbehörde Ordnance Survey auf einen umfassenden und genauen geografischen Datensatz mit 40 Millionen Adressen und Grundstücken zurück. Die Informationen von AddressBase® stammen überwiegend von lokalen Behörden. Diese beziehen aus verschiedenen Quellen die notwendigen Adressinformationen.

Informationen zu Landnutzungsänderungen und zum Flächenverbrauch werden aus dieser Methodik in der nationalen Statistik („Land use change statistics“) abrufbar. Der Datenbestand bietet u.a. Möglichkeiten zur Erhebung des Anteils neuer Wohnadressen auf bereits erschlossenen Flächenausweisungen. Diese Daten können neuen Flächenausweisungen ohne baulicher Vornutzung gegenübergestellt werden. Somit ist das Flächenmonitoring in England seit vielen Jahren in der Lage, politische Zielsetzungen der Flächenneuinanspruchnahme mit der Nachnutzung von Brachflächen für den Wohnungsbau zu koppeln.

Tabelle 4 zeigt wesentliche Merkmale für die Eignung im Flächenmonitoring im Überblick.

Tabelle 4: Merkmale der englischen land use change statistics für die Eignung im Flächenmonitoring

Methodik	Stärken	Schwächen	Aktualität
Auswertung von Adressdatenbanken	Darstellung der jährlichen Veränderung der Landnutzung unterteilt nach Bestandsentwicklung und Neuausweisung	Die Vergleichbarkeit der aktuellen Daten mit Daten vor 2011 ist durch methodische Umstellung nicht möglich	Jährliche Veröffentlichung Aktuellste Veröffentlichung 2017/2018

Quelle: eigene Darstellung

Das 1999 formulierte Ziel lautete, dass bis 2008 mindestens 60% des Wohnungsbaus auf Brachflächen realisiert werden sollten. Dies wurde bereits kurz nach Einführung des Ziels erreicht (ODPM 2004) und im Rahmen der New Urban Renaissance Agenda auf allen Planungsebenen verankert. Mit dem Planning Act 2016 wurde das Ziel erweitert, indem für 90% aller Brachflächen eine Baugenehmigung für Wohnungsbautätigkeiten bis 2020 anvisiert wird (DCLG, 2016). Die Information, inwiefern dieses Ziel erreicht wurde, ist aktuell noch nicht publiziert.

³ John Prescott war von 1997 bis 2007 stellvertretender Premierminister im Vereinigten Königreich und setzte sich für die Wiedernutzung von Brachflächen zur Reduzierung des Flächenverbrauchs im Außenbereich ein.

3.2 Vergleich der Aussagen zur Flächenneuanspruchnahme

Für die ausgewählten Länder und Deutschland wurden die Daten beschafft und für die Fragestellungen des Berichts neu ausgewertet, die im Umweltbericht der EEA veröffentlicht sind. Zunächst wurde damit die Flächenneuanspruchnahme insgesamt aus den Geodaten der Veränderungsanalyse („change detection“) aus CORINE rekonstruiert. Die dabei erzielten Ergebnisse stimmen mit den in der Umweltberichterstattung der Europäischen Union veröffentlichten Zahlen überein. Im zweiten Schritt wurde diesen Ergebnissen die Flächenneuanspruchnahme entsprechend der nationalen Statistiken gegenübergestellt und für die nachfolgenden Abbildungen aufbereitet.⁴

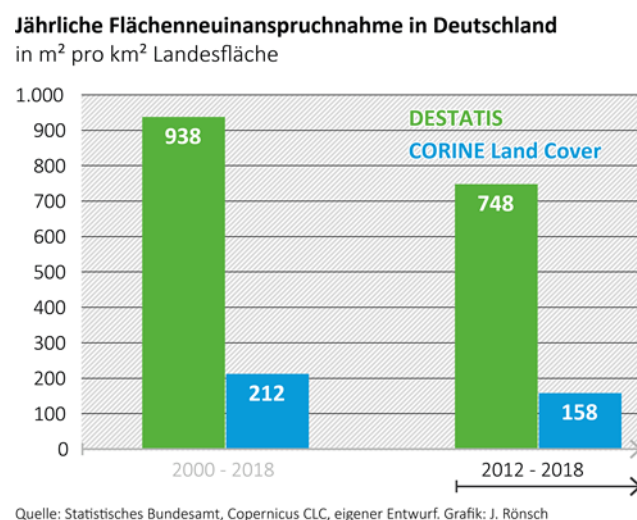
In Übereinstimmung mit dem Umweltbericht der EEA wird dargestellt, wie viele Quadratmeter je Quadratkilometer der Landesfläche jährlich für Siedlungszwecke im jeweiligen Betrachtungszeitraum zusätzlich genutzt bzw. in Anspruch genommen werden. Mit dieser Form der Normierung lassen sich auch Länder mit unterschiedlich großer Landesfläche vergleichen. Zur Berechnung der Flächenneuanspruchnahme wurden alle im CLC-Datensatz enthaltenen Landnutzungswechsel der Kategorie 2 (Landwirtschaft) sowie der Kategorie 3 (Wälder und naturnahe Flächen) zur Kategorie 1 (Bebaute Fläche) aufsummiert.

Für Deutschland, Schweiz und Belgien wird im Folgenden der Vergleich mit den Daten aus den nationalen Statistiken dargestellt. Für England ist dies aufgrund fehlender CLC-Daten im Umweltbericht der EEA nicht möglich.

3.2.1 Deutschland – Flächenneuanspruchnahme im Vergleich

Die jährliche Flächenneuanspruchnahme in Deutschland beträgt laut dem Umweltbericht der EEA auf Basis der CLC-Daten in der Langzeitbetrachtung von 2000 bis 2018 je km² Landesfläche 211,9 m². Im kürzeren Zeitraum von 2012 bis 2018 liegt der jährliche Zuwachs mit 158,4 m² je km² deutlich niedriger (EEA 2020). Auf Basis der Daten der amtlichen Flächenstatistik wurden für die genannten Zeiträume deutlich höhere Werte errechnet: 938 ha/d für den Zeitraum 2000 bis 2018 und 748 ha/d für den Zeitraum 2012 bis 2018 (s. Abbildung 3).

Abbildung 3: Jährliche Flächenneuanspruchnahme in Deutschland im Vergleich von Flächenstatistik (DESTATIS) und CORINE Land Cover



⁴ Eine Ausnahme ist England. Hier sind CORINE-Daten nicht verfügbar.

Abbildung 3 zeigt erwartungsgemäß, dass die nationale Flächenstatistik von DESTATIS und CLC deutlich voneinander abweichen. Plausibel ist auch, dass CLC deutlich niedriger liegt, da Siedlungsfreiflächen nicht enthalten sind. Der „land take“ nach CLC umfasst nur 22,6 (2000-2018) bzw. 21,1% (2012-2018) des Zuwachses der Siedlungs- und Verkehrsfläche nach DESTATIS. Dieser Unterschied lässt sich nicht nur mit dem Anteil erklären, den explizit als Siedlungsfreiflächen deklarierte Nutzungsarten (Sport, Freizeit und Erholung, Friedhof) an der Flächenneuanspruchnahme einnehmen, da diese z.B. im letzten Jahr des Beobachtungszeitraumes nur einen Anteil von 22,5% an der Flächenneuanspruchnahme insgesamt ausmachten (Statistisches Bundesamt 2021).

Auch bei weiteren Nutzungsarten wie Wohnbau, Industrie und Gewerbe (ohne Abbauland), Öffentlichen Einrichtungen und Verkehrsflächen sind Siedlungsfreiflächen (z.B. Gärten und Begleitgrün) enthalten, die CLC nicht im Detail erfasst. Zum einen ist dies in den Landbedeckungsklassen von CLC nicht vorgesehen, zum anderen enthält CLC keine Veränderungen, die kleiner als fünf Hektar sind. Damit dürfte eine Vielzahl an kleineren Flächen der Flächenneuanspruchnahme in CLC nicht enthalten sein, die bei DESTATIS berücksichtigt werden. Der tatsächliche Effekt dieser Unterschiede lässt sich nicht quantifizieren. Übereinstimmend lässt sich aber dennoch sagen, dass die absoluten Zahlen in beiden Fällen in den betrachteten Zeiträumen abgenommen haben. Die Flächenneuanspruchnahme insgesamt ging bei beiden Monitoringansätzen zurück.

Im Hinblick auf das deutsche 30-Hektar-Ziel bestätigt dieser Vergleich, dass ausschließlich die Zahlen der nationalen Statistik zur Siedlungs- und Verkehrsflächenzunahme zugrunde gelegt werden dürfen, um Aussagen über die Flächenneuanspruchnahme nach den Zielsetzungen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie zu treffen. In den Fachdiskursen ist deutlich darauf hinzuweisen, dass eine tägliche Flächenneuanspruchnahme nach den CLC-Daten keine Aussagekraft über die Zielerreichung des deutschen Nachhaltigkeitsziels zur Reduzierung der Flächenneuanspruchnahme hat. Ansonsten läuft die politische Debatte Gefahr, die Flächenneuanspruchnahme zu unterschätzen. Richtig ist zwar, dass der tägliche Zuwachs in den beiden Beobachtungszeiträumen von durchschnittlich 92 Hektar pro Tag (2000-2012) auf 73 Hektar pro Tag (2012-2018) zurückgegangen ist. Eine Umrechnung des Flächenverbrauchs nach CLC (21 Hektar pro Tag von 2000 bis 2012 bzw. 16 Hektar pro Tag von 2012 bis 2018) würde aber suggerieren, dass das 30-Hektar-Ziel erreicht wurde. Diese Interpretation wäre falsch und unzulässig.

3.2.2 Schweiz – Flächenneuanspruchnahme im Vergleich

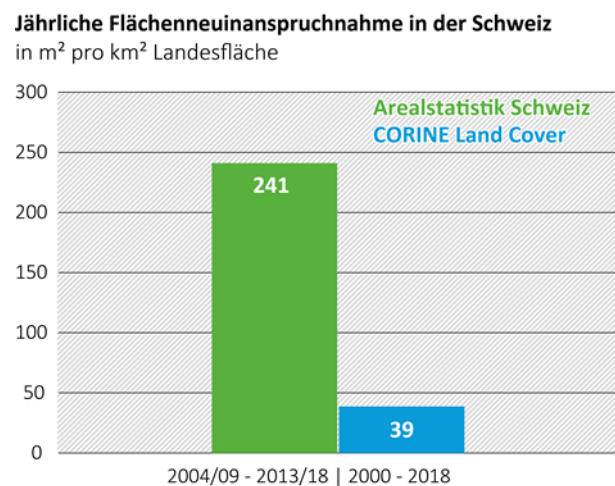
Der Umweltbericht der EEA gibt für die Schweiz eine jährliche Flächenneuanspruchnahme von 38,7 Quadratmeter pro Quadratkilometer Landesfläche im Zeitraum 2000 bis 2018 an. Der Wert ist zuletzt angestiegen, im Zeitraum 2012 bis 2018 lag er mit 49,9 m² pro km² etwas höher. In beiden Beobachtungszeiträumen gehört die Schweiz zu den europäischen Ländern, die nach der Auswertung der CLC-Daten die geringste Flächenneuanspruchnahme aufweisen.

Dieser Wert wird im Folgenden mit den Daten der Arealstatistik Schweiz verglichen, soweit dies möglich ist. Aufgrund der periodischen Erfassungssystematik der Arealstatistik kann man den jährlichen Zuwachs für den Zeitraum 2004 bis 2018 nur annäherungsweise ermitteln bzw. abschätzen, eine Unterteilung in einen längeren und kürzer zurückliegenden Beobachtungszeitraum ist nicht möglich. Inhaltlich ergibt sich die Flächenneuanspruchnahme nach der Nomenklatur der Arealstatistik aus der Summe der befestigten Flächen (11) und der Flächen für Gebäude (12) (siehe Anhang B). Die Flächenneuanspruchnahme beziffert sich aus der Differenz dieser Flächenkategorien aus dem Erhebungszeitraum 2013/2018 gegenüber 2004/2009 auf insgesamt 13.938 Hektar. Die Umrechnung auf die im Umweltbericht der EEA verwendete Ein-

heit zeigt auch für die Schweiz mit 241 Quadratmeter pro Quadratkilometer eine deutlich höhere Flächenneuanspruchnahme der nationalen Statistik gegenüber den CLC-Daten (39 m²/km²).

Die Flächenneuanspruchnahme nach CLC liegt mit 16,2% der Angaben aus der Arealstatistik noch weiter unter der nationalen Flächenstatistik als in Deutschland (22,6% im Zeitraum 2000-2018 bzw. 21,1% im Zeitraum 2012-2018). Demzufolge liegt die Vermutung nahe, dass die Arealstatistik der Schweiz noch weitere Nutzungen enthält, die die höhere Diskrepanz erklären. Denkbar ist z.B., dass die Einbeziehung von Flächen für geplante, aber noch nicht überbaute Flächen („Bauzonen“), diese Diskrepanz erklärt (vgl. Hoffmann 2021, S. 79ff.). Im Monitoring der deutschen Flächenstatistik werden solche Planflächen nicht berücksichtigt.

Abbildung 4: Jährliche Flächenneuanspruchnahme in der Schweiz im Vergleich von Arealstatistik und CORINE Land Cover



Quelle: Arealstatistik Schweiz, Copernicus CLC, eigener Entwurf. Grafik: J. Rönsch

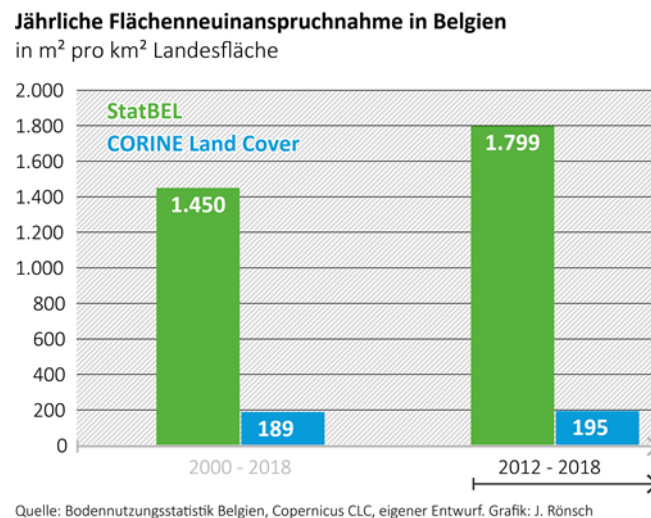
3.2.3 Belgien – Flächenneuanspruchnahme im Vergleich

Mit einer Flächenneuanspruchnahme von 188,9 (2000-2018) bzw. 195,4 (2012-2018) Quadratmeter pro Quadratkilometer Landesfläche weist das Land laut dem Umweltbericht der EEA eine ähnlich hohe Flächenneuanspruchnahme wie Deutschland auf.

Zur Überprüfung wurde die jährliche Flächenneuanspruchnahme mithilfe der Daten zur Landnutzung nach dem Katasterregister berechnet (Statbel 2020). Für die beiden betrachteten Zeiträume kann aus dieser Statistik mit den Angaben zur Gesamtfläche der Wohngrundstücke, Industrie- und Gewerbeflächen sowie den Verkehrsflächen der Siedlungsflächenzuwachs kalkuliert werden (siehe Anhang D). Insgesamt hat die Gesamtfläche für diese Nutzungszwecke im Zeitraum 2000 bis 2018 um 80.085 ha und im Zeitraum 2012 bis 2018 um 33.122 ha zugenommen. Wie das Diagramm zeigt, entspricht dies einer deutlich höheren jährlichen Flächenneuanspruchnahme, als es die CLC-Daten vermuten lassen. Der Vergleich der beiden Zeiträume zeigt zwar für beide Monitoringansätze übereinstimmend, dass es zwischen 2012 und 2018 eine höhere jährliche Flächenneuanspruchnahme gab als in der Langzeitbetrachtung. Im Gegensatz zu Deutschland stieg die Flächenneuanspruchnahme in Belgien also an. Im Vergleich mit Deutschland (22,6% im Zeitraum 2000-2018 bzw. 21,1% im Zeitraum 2012-2018) und der Schweiz (16,2% im Zeitraum 2000-2018) erweist sich die belgische Flächenstatistik aber als noch stärker abweichend von den Ergebnissen des Umweltberichts der EEA. Die Flächenneuanspruch-

nahme nach den CLC-Daten erreicht im gesamten Beobachtungszeitraum von 2000 bis 2018 einen Wert von 13,0% der belgischen Flächenstatistik, im Zeitraum von 2012 bis 2018 sind es nur noch 10,8%.

Abbildung 5: Jährliche Flächenneuanspruchnahme in Belgien im Vergleich von Landnutzungsstatistik (Statbel) und CORINE Land Cover



Diese Beobachtung lässt sich im Rahmen dieser Betrachtung nicht bis ins Detail erklären. Ein Blick in die Nutzungsarten (siehe Anhang D) im Zusammenhang mit der Literatur legt aber auch hier – wie im Fall der Arealstatistik der Schweiz – nahe, dass die Einbeziehung von geplanten Bauflächen, die noch nicht vollständig bebaut sind, eine Rolle spielt. Bebaute Flächen werden aus dem Grundbuchamt abgeleitet. Falls die großzügigen Flächenausweisungen aus den Landnutzungsplänen der 1960er und 1970er Jahren, auf die Hoffmann 2021 (S. 125) hinweist, als bebaute Flächen enthalten sind, würde dies die hohen Diskrepanzen erklären. Dieselbe Autorin verweist auf die grundlegende Problematik in Belgien, dass die Flächenneuanspruchnahme keine starke räumliche Steuerung erfährt und Handlungsansätze zum Flächen sparen sich bislang noch im Diskussionsstadium befinden (ebd., S. 125).

3.2.4 Zwischenfazit I – Flächenneuanspruchnahme

Der zusammenfassende Vergleich in Abbildung 6 (jährliche Flächenneuanspruchnahme) zeigt, dass in allen drei ausgewählten Ländern die nationalen Statistiken deutlich höhere Ergebnisse zur Flächenneuanspruchnahme liefern als die CLC-Daten. Es ist naheliegend, diesen Unterschied auf die grundlegend unterschiedliche Erfassungsmethodik zwischen Landnutzungsinformationen auf der einen Seite (Flächenstatistik Deutschland, Arealstatistik Schweiz, Landnutzungsstatistik Belgien) und Landbedeckungsinformationen (Umweltbericht der EEA auf Basis von CLC) auf der anderen Seite zurückzuführen.

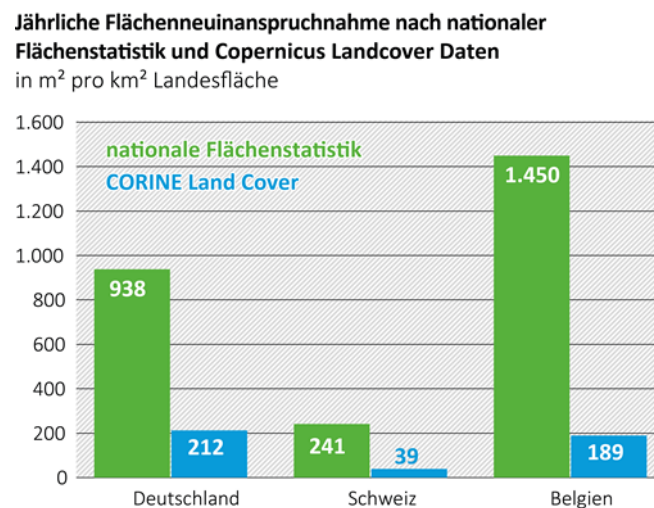
Während die Landnutzung einen wesentlich größeren Anteil an Siedlungsfreiflächen enthalten dürfte, der aus Nutzungssicht zu den Siedlungsflächen gezählt wird (z.B. innerstädtische Grünflächen, Verkehrsbegleitgrün, private Gärten, Kleingartenanlagen), beschränken sich Fernerkundungsdaten in der Erfassung auf Bildpixel, deren spektrale Signatur als überbaut klassifiziert wird. Zwar kommt auch bei CLC-Methoden die objektorientierte Datenharmonisierung zum Einsatz, um die spektralen Signaturen auf Konsistenz mit umgebenden Nutzungen hin überprüfen (Ferance et al. 2016). Diese regelbasierten Zuordnungen sind allerdings nicht in der Lage, echte Nutzungsinformationen zu berücksichtigen. Zudem ist die Mindestkartiereinheit von lediglich

fünf Hektar in der CLC Change Detection problematisch, kleinere Flächen gehen in der umgebenden Nutzung auf. Der Effekt auf die Gesamtbilanz lässt sich kaum beziffern, dürfte aber gerade für kleinteiligere Flächenneuansprachnahmen, wie sie z.B. mit dem Baulandmobilisierungsgesetz für Arrondierungen am Ortsrand (§ 13 b BauGB) ermöglicht wurden, relativ hoch sein (Herrmann 2019).

Im zusammenfassenden Vergleich dieses Effekts zwischen drei Ländern in Abbildung 6 zeigt sich, dass diese Abweichungen in Deutschland am geringsten ausfallen. Bezogen auf den Zeitraum 2000-2018 liegt die Flächenneuanspruchnahme nach CLC bei 22,6% der Zahlen, die die nationale Flächenstatistik angibt. In der Schweiz liegt dieser Wert bei 16,2%, in Belgien bei 13,0%. Die Erklärung dafür kann im Rahmen dieser Untersuchung nicht für die zugrundeliegenden Daten rekonstruiert werden. Denkbar ist aber, dass die Einbeziehung von geplanten Bauflächen in den Monitoringsystemen der Arealstatistik der Schweiz („Bauzonen“) und größere, bislang nicht aufgesiedelte Flächenausweisungen aus den 1960er und 1970er Jahren in Belgien eine Rolle spielen. In Deutschland sind derartige Planflächen nicht Bestandteil des Monitorings, die katasterbasierte Datengrundlage enthält ausschließlich Nutzungsarten nach Art der tatsächlichen Nutzung, d.h. dem aktuellen, nicht dem geplanten Zustand von Flächen.

Ungeachtet dieser Erklärungsansätze gelangen die hier rekonstruierten Zahlen zur Flächenneuanspruchnahme häufig unreflektiert in den politischen Diskurs, Anforderungen an eine Unterscheidung nach Erfassungsmethode werden kaum kommuniziert. Anhand dieses Beispiels wird ohne gründliche Betrachtung der Erhebungsmethode somit lediglich die Inkonsistenz zwischen den nationalen Flächenstatistiken und den CLC-Daten ersichtlich.

Abbildung 6: Jährliche Flächenneuanspruchnahme in den drei Ländern im Vergleich von nationaler Flächenstatistik und CORINE Land Cover



Quelle: Statistisches Bundesamt, Arealstatistik Schweiz, Bodennutzungsstatistik Belgien, Copernicus CLC, eigener Entwurf. Grafik: J. Rönsch

3.3 Vergleich der Flächenneuanspruchnahme für Industrie- und Gewerbeflächen

In einem zweiten Datenabgleich werden Aussagen aus dem ESPON SUPER-Bericht und dem Umweltbericht der EEA zum Zuwachs der Industrieflächen für ganz Europa zum Anlass genommen, um für die ausgewählten Länder die Zahlen zu rekonstruieren. Wie in den Berichtsinterpretationen in Abschnitt 2.2 ausgeführt, kommt der ESPON-Bericht auf Grundlage der CLC-Daten zu der

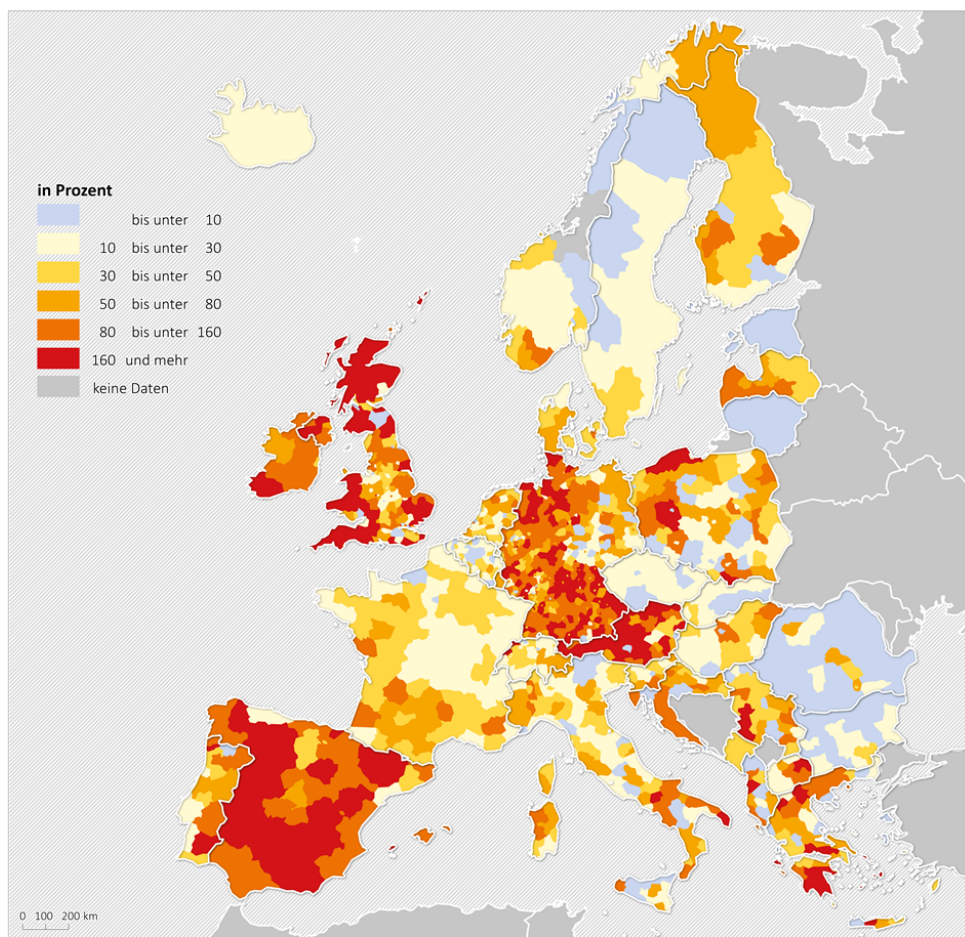
Aussage, dass es in Deutschland im Zeitraum von 2000 bis 2018 die europaweit höchste Zunahme an Industriefläche pro Einwohner*in gegeben hat. Das folgende Zitat aus dem ESPON SUPER-Bericht greift diesen Befund auf:

“Overall, the period 2000-2018 has seen the largest increase in industrial areas per capita in the UK, Spain, Germany, Austria, Western Poland, the Western Balkans, Greece and Turkey; and a decrease in only a few regions but including most of Lithuania and Romania” (ESPON 2020a: 23).

Die folgenden Ausführungen rekonstruieren die zugrundeliegenden Zahlen zur detaillierteren Überprüfung dieser beiden Aussagen, und nutzen hierfür die CLC-Daten für den Zeitraum 2000 bis 2018. Aufgrund fehlender Zahlen zum Bevölkerungsbezug ist dieser Vergleich nicht für den Zuwachs der Industriefläche pro Einwohner*in möglich, wie er im Bericht dargestellt wird. Die Auswertung bezieht sich auf den Anstieg der Industrie- und Gewerbeflächen⁵ in Prozent, so dass einwohnerbezogene Effekte unberücksichtigt bleiben. Diese Einschränkung ist vertretbar, da das Erkenntnisinteresse dieser Analyse dem Abgleich des Industrieflächenzuwachses mit den nationalen Flächenstatistiken gilt. Die Ergebnisse sind trotz Verzicht auf den Einwohnerbezug aufschlussreich.

Abbildung 7: Zuwachs der Industrie- und Gewerbeflächen in NUTS-3-Gebietseinheiten

Zuwachs der Industrie- und Gewerbeflächen 2000-2018
in Prozent



Quelle: Daten: Copernicus CLC, eigener Entwurf. Grafik: J. Rönsch

⁵ Der Datensatz beschreibt die Landbedeckungskategorie als „Industrie- und Gewerbeflächen“ (engl.: *industrial and commercial units*), im Text wird nur von Industrieflächen gesprochen.

Zu diesem Zweck wurden zunächst die Daten zum Industrieflächenzuwachs aus CLC beschafft und in der Karte in Abbildung 7 für die dritte Raumhierarchie der Mitgliedsländer der Europäischen Union visualisiert (Gliederungssystematik von NUTS-3 des Jahres 2016)⁶. Das Kartenbild in Abbildung 7 bestätigt, dass deutsche NUTS-3-Regionen (diese entsprechen in Deutschland den kreisfreien Städten und Landkreisen) zu den Gebietseinheiten mit den höchsten prozentualen Flächenzuwächsen im Bereich der Industrieflächen in Europa gehören.

Im Folgenden werden diese Zahlen den Zuwächsen der Industrieflächen aus den nationalen Flächenstatistiken gegenübergestellt, und kritisch über die Plausibilität dieses Vergleichs reflektiert.

3.3.1 Deutschland – Zuwachs an Industriefläche im Vergleich

Für Deutschland ist den CLC-Daten zufolge die Industriefläche von 2000 bis 2018 um 152,5% gestiegen. In diesem Zeitraum fand die Umstellung von ALB/ALK auf ALKIS statt, die insbesondere in den Nutzungsarten der Industrieflächen Umstellungen nach sich zog. Problematisch ist dabei, dass die katasterbasierte Sicht auf die Nutzungsarten Industrie- und Gewerbeflächen gemeinsam betrachtet, eine Ausdifferenzierung von reinen Industrieflächen ist nicht möglich. Vor der Umstellung enthielt die Flächenstatistik die Nutzungsarten der *Gebäude- und Freifläche Gewerbe und Industrie* sowie die Nutzungsarten der *Betriebsflächen*, die hinzugerechnet werden müssten. Nach der Umstellung setzen sich die Industrieflächen aus den Nutzungsarten der *Industrie- und Gewerbeflächen* zusammen, in die die Betriebsflächen aufgehen. Bei der Umstellung wurde dies allerdings nicht systematisch und einheitlich durchgeführt, Berichte aus der Praxis deuten darauf hin, dass in diesem Zuge Neuzuordnungen vorgenommen wurden (vgl. auch Georg 2016). Betriebsflächen für Gewerbe können z.B. auch in *Flächen gemischter Nutzung* oder Betriebsflächen für Industrie in die Nutzungsartengruppen *Bergbaubetrieb* oder *Tagebau, Grube, Steinbruch* überführt worden sein.

Neben diesen Unsicherheiten fehlen in der deutschen Flächenstatistik für die Bundesländer Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen die Daten für das Jahr 2000. Somit kann für Deutschland ein Vergleich zu den CLC-Daten nur für ausgewählte Bundesländer gezogen werden, die in Tabelle 5 gezeigt werden. Dabei fällt auf, dass die Unterschiede in den prozentualen Zuwachsraten zwischen DESTATIS und CLC sehr unregelmäßig sind. Es gibt keine systematischen Abweichungen, je nach Bundesland liegt DESTATIS oder CLC höher. Die negativen Zahlen aus DESTATIS für die ostdeutschen Bundesländer Brandenburg (-36,0%), Mecklenburg-Vorpommern (-27,6%) und Sachsen (-30,6%) sind besonders auffällig, CLC zeigt diese Flächenrückgänge nicht an, hier sind die Veränderungen durchweg positiv.

Für die Interpretation dieser Unregelmäßigkeiten ist eine Beobachtung aufschlussreich, die schon in Abschnitt 2.2. bei der Diskussion der Aussagen aus dem Umweltbericht der EEA angesprochen wurde. Im Vergleich der CLC-Angaben zu Industrieflächen zwischen den Zeiträumen von 2000-2012 und 2012-2018 zeigt sich nämlich, dass ein Rückgang des Industrieflächenanteils an der Flächenneuanspruchnahme im späteren Zeitraum zu Lasten von Bauflächen ging. Es ist deshalb zu vermuten, dass veränderte Klassifikationen zur Identifizierung der Landbedeckung von Industrieflächen in CLC eine Rolle spielen, so dass ein Übergang von Industrieflächen zu Bauflächen nicht ausgeschlossen werden kann. Diese methodische Erklärung trifft in dieser Datenanalyse auf eine ebenfalls methodisch begründete Schwierigkeit im Zeitreihenverlauf der deutschen Flächenstatistik.

⁶ NUTS - *Nomenclature des unités territoriales statistiques* steht für die Gliederungssystematik der statistischen räumlichen Bezugseinheiten der Europäischen Union.

Im Zusammenwirken dieser beiden Effekte ist es schwierig, die Plausibilität der Datengrundlagen im Bereich der Flächenneuanspruchnahme für Industrieflächen für Deutschland zu bewerten.

Tabelle 5: Zuwachs der Industrie- und Gewerbeflächen in deutschen Bundesländern von 2000 bis-2018

Bundesland	Prozentuale Veränderung der Industrie- und Gewerbeflächen (DESTATIS)*	Prozentuale Veränderung der Industrieflächen (CLC)
Baden-Württemberg	44,5%	126,7%
Bayern	48,1%	249,2%
Berlin	49,6%	46,6%
Brandenburg	-36,0%	70,0%
Bremen	70,0%	95,0%
Hamburg	58,3%	19,0%
Hessen	44,9%	142,3%
Mecklenburg-Vorpommern	-27,6%	48,0%
Niedersachsen	3,1%	259,8%
Nordrhein-Westfalen	12,5%	109,0%
Rheinland-Pfalz	28,2%	114,9%
Saarland	17,8%	64,6%
Sachsen	-30,6%	38,0%

*2000: Gebäude und Freiflächen Gewerbe und Industrie + Betriebsflächen / 2018: Industrie- und Gewerbeflächen

Quelle: Statistisches Bundesamt (<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1635686202992&code=33111#abreadcrumb>)

3.3.2 Schweiz – Zuwachs an Industriefläche im Vergleich

Für die Schweiz lag der mittlere Zuwachs der Industriefläche zwischen 2000 und 2018 nach den Angaben im Umweltbericht der EEA bei 45,2 Prozent. Der Vergleich mit der Schweizer Arealstatistik erfolgt aufgrund der Datenverfügbarkeit für die Zeitschnitte 2004/2009 und 2013/2018 (siehe auch 3.1.1). Auch hier sind Gewerbeflächen Bestandteil der zusammenfassenden Nutzungsartengruppe der Industrie- und Gewerbeflächen und lassen sich deshalb bilanziell nicht von reinen Industrieflächen trennen. Aufgrund fehlender Daten in der Arealstatistik können die Zuwächse für drei der sieben Kantone der Großregion Ostschweiz (Glarus, St. Gallen und Graubünden) nicht einbezogen werden, der Zuwachs dürfte in der Realität höher ausgefallen sein. Datengrundlage ist die Gesamtfläche für Industrie- und Gewerbeflächen als Summe der beiden Grundkategorien „Industrie- und Gewerbegebäude“ (1) und „Umschwung von Industrie- und Gewerbegebäuden“⁷ (2) (siehe Anhang C).

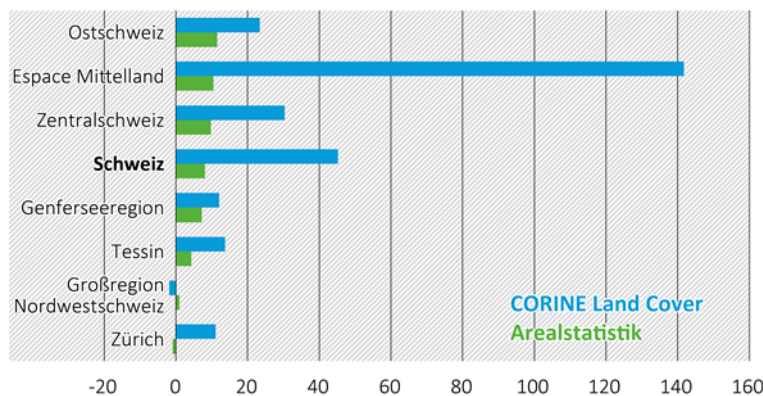
⁷ Der schweizerdeutsche Begriff „Umschwung“ meint das zugehörige Land um die Gebäude herum, analog zur Gebäude- und Freifläche in der deutschen Flächenstatistik.

Aus dem Diagramm in Abbildung 8 wird ersichtlich, dass die Arealstatistik einen geringeren Industrie- und Gewerbeflächenzuwachs enthält als die CLC-Daten, der mittlere Zuwachs über die 23 Kantone liegt hier bei 8,1% (CLC: 45,2%). Für die sieben Großregionen variiert dieser Unterschied stark. Am ausgeprägtesten ist die Abweichung in der Großregion Espace Mittelland mit 10,5% in der Arealstatistik gegenüber 141,7% in CLC. Grund hierfür sind extreme prozentuale Zuwächse in den Kantonen Jura (391,2 Prozent) und Neuenburg (206,7 Prozent).

Die Erklärungen für diese Unterschiede, die im letzten Abschnitt für die Abweichungen in Deutschland in Betracht gezogen wurden, gelten auch für die Schweiz. Zum einen kann nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die nationale Flächenstatistik die Entwicklung korrekt wiedergibt. Zum anderen dürften Umklassifizierungen von Industrie- in Bauflächen im Zeitraum von 2012 bis 2018 in CLC eine Rolle spielen. Der genaue Effekt lässt sich allerdings nicht beziffern.

Abbildung 8: Zuwachs der Industrie- und Gewerbefläche in den Schweizer Kantonen im Vergleich von Arealstatistik und CLC (Copernicus)

**Schweiz – Vergleich Arealstatistik und CORINE Land Cover:
Entwicklung der Industrie- und Gewerbefläche 2000-2018**
in Prozent



Quelle: Daten: Arealstatistik der Schweiz, Copernicus CLC, eigener Entwurf. Grafik: J. Rönsch

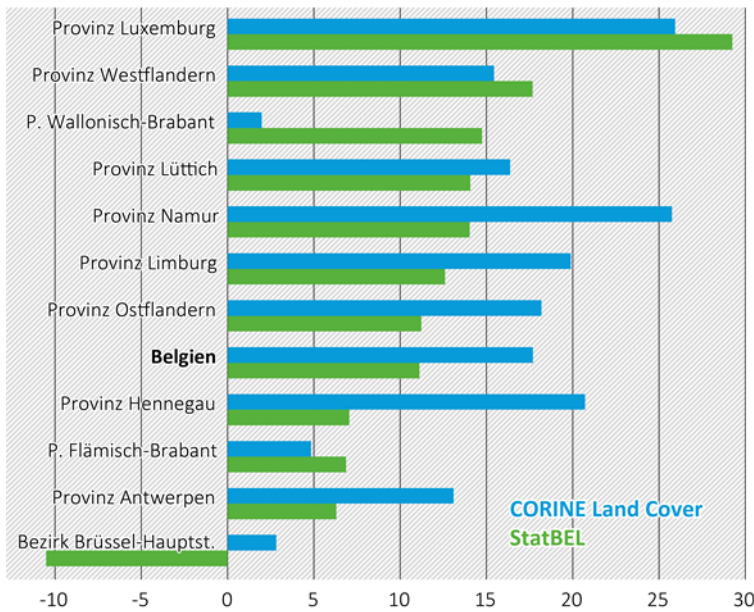
3.3.3 Belgien – Zuwachs an Industrie- und Gewerbefläche im Vergleich

Auch in der nationalen Flächenstatistik Belgiens werden Industrie- und Gewerbeflächen nicht getrennt ausgewiesen. Zur Berechnung der Flächenneuanspruchnahme für Industrie- und Gewerbeflächen müssen deshalb die Nutzungsarten *Werkstätte und Industriegebäude*, *Lagergebäude* und *Gewerbebauten* zusammengefasst werden (siehe die Kategorien des Katasterregisters Belgien in Anhang E). Im Jahr 2000 betrug die Summe dieser Nutzungsarten noch 54.405 Hektar. Bis zum Jahr 2018 ist die Gesamtfläche auf 60.448 Hektar angestiegen. Dies entspricht einem Zuwachs von elf Prozent.

Der Vergleich mit den CLC-Daten zeigt, dass in Belgien die Abweichung von der nationalen Flächenstatistik nicht so stark ausgeprägt ist wie in Deutschland oder der Schweiz. Der mittlere Zuwachs der Industrie- und Gewerbeflächen über die 44 belgischen Verwaltungsbezirke liegt mit einer Zunahme von 17,7% um 6,6 Prozentpunkte höher als der Industrie- und Gewerbeflächenzuwachs bei CLC (11,1%). Die Abweichungen in einzelnen Verwaltungsbezirken wie der Provinz Wallonisch-Brabant oder dem Hauptstadtbezirk Brüssel sind allerdings so beträchtlich, dass eine vermeintliche Annäherung zwischen nationaler Flächenstatistik und CLC keine weiterführenden Rückschlüsse zulässt. Auch in Belgien sind größere Unsicherheiten bezüglich der Vergleichbarkeit von nationaler Flächenstatistik und CLC zu berücksichtigen.

Abbildung 9: Zuwachs der Industrie- und Gewerbefläche in den belgischen Verwaltungsbezirken im Vergleich der Statbel Landnutzungsstatistik und CORINE Land Cover

**Belgien – Vergleich Katasterregister StatBEL und CORINE Land Cover:
Entwicklung der Industrie- und Gewerbefläche 2000-2018**
in Prozent



Quelle: Bodennutzungsstatistik Belgien, Copernicus CLC, eigener Entwurf. Grafik: J. Rönsch

3.3.4 England – Zuwachs an Industrie- und Gewerbefläche im Vergleich

Der Abgleich für Industrie- und Gewerbeflächen ist im Gegensatz zu den oben beschriebenen Raten der Flächeninanspruchnahme auch für England möglich. In der offiziellen englischen Landnutzungsstatistik von 2018 wird für die Nutzungsart „Industry and Commerce“ eine Fläche von 48.551 ha angegeben. Die Nutzungsart setzt sich zusammen aus den Kategorien „Industry“, „Offices“, „Retail“ sowie „Storage and Warehouse“. Valide Vergleichswerte für ältere Jahrgänge entstammen aus der *Land use change statistic* (LUCS), aus der sich seit 2013 Zuwächse für Industrie- und Gewerbeflächen rekonstruieren lassen (siehe Tabelle 6). Aus dieser Quelle sind zwar nur die Werte für ganz England abrufbar. Sie enthalten aber die für das englische Flächensparziel (siehe 3.1.3.) wichtige Zusatzinformation, welcher Anteil der Flächeninanspruchnahme für Industrie und Gewerbe auf Brachflächen („previously developed land“) umgesetzt werden konnte, und welcher Anteil auf bislang nicht baulich genutzten Flächen („new developed use“) entfiel.

Insgesamt beträgt der Umfang der jährlich neu ausgewiesenen Flächen für „Industry and Commerce“ zwischen 2013 und 2018 7.704 Hektar, die Fläche ist um 18,9% gestiegen. Um trotz der unterschiedlichen Zeiträume einen Vergleich mit CLC zu ermöglichen, kann der jährliche Zuwachs ermittelt und gegenübergestellt werden. Für den Zeitraum 2000 bis 2018 erhält man in CLC für die englischen NUTS-3-Regionen einen mittleren jährlichen Zuwachs von 16,3% (insgesamt von 2000-2018: 292,85%). Dem gegenüber steht ein deutlich geringerer Zuwachs aus der nationalen Flächenstatistik von 3,77%.

Tabelle 6: Zuwachs der Industrie- und Gewerbeflächen in England im Datenvergleich

Years	“Industry and Commerce” on previously developed use (ha)	New developed use (ha)	Land changing from non-developed use to “Industry and Commerce” (ha)
2013/14	5,380	7,114	1,734
2014/15	5,381	8,264	2,883
2015/16	5,288	5,767	479
2016/17	4,291	5,164	873
2017/18	4,811	6,546	1,735
Total	25,151	32,855	7,704

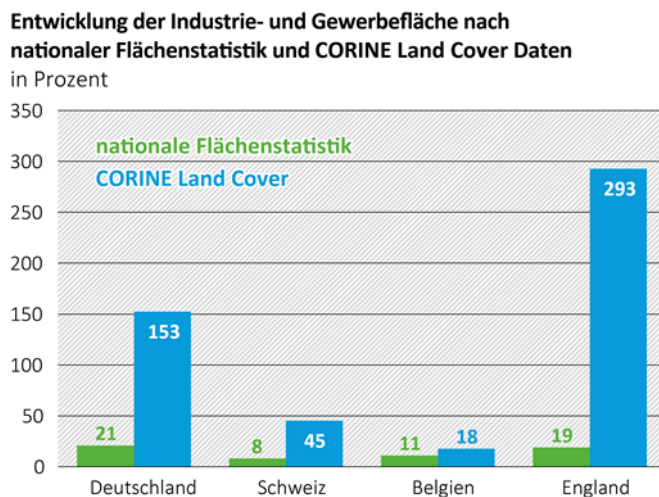
Source: Land Use Change Statistics in England: 2017-18 (<https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/live-tables-on-land-use-change-statistics>)

CLC zeigt also auch in England, ähnlich wie in Deutschland und in der Schweiz, eine sehr viel höhere Flächenneuanspruchnahme für Industrieflächen an als die nationale Flächenstatistik. Auch hier können zwei wesentliche Unterschiede als Erklärung angeführt werden: (1) Unsicherheit bzgl. der Nutzungsarten in der nationalen Statistik, die zu Industrie- und Gewerbeflächen gezählt werden, und (2) die mögliche Klassifikation von Bau- als Industrieflächen in früheren CLC-Datenbeständen, die 2018 zu Bauflächen umklassifiziert wurden.

3.3.5 Zwischenfazit II – Entwicklung der Industriefläche

Der Vergleich der CLC-Daten mit den Daten, die auf nationaler Ebene und für nationale Zwecke für das Monitoring der Industrieflächenentwicklung herangezogen werden können, zeigt deutliche Unterschiede auf. Das zusammenfassende Diagramm in Abbildung 10 veranschaulicht, dass CLC für alle betrachteten Länder einen höheren Zuwachs angeben. Am stärksten fällt dieser Unterschied in England aus. Die Flächenneuanspruchnahme nach CLC liegt dort 15,5-mal über der nationalen Flächenstatistik. Am wenigsten stark fällt der Unterschied in Belgien (CLC 1,6-mal höher) aus. Deutschland (CLC 7,3-mal höher) und die Schweiz (CLC 5,6-mal höher) liegen dazwischen (siehe Abbildung 10).

Abbildung 10: Entwicklung der Industrie- und Gewerbefläche nach nationaler Flächenstatistik und CORINE Land Cover



Quelle: Daten: Statistisches Bundesamt, Arealstatistik Schweiz, Bodennutzungsstatistik Belgien, Land Use Change Statistics England, Copernicus CLC, eigener Entwurf. Grafik: J. Rönsch

Vermutet werden kann, dass CLC in den Jahren von 2000 bis 2012 in der Klasse der Industrieflächen viele Flächen mit spektralen Signaturen detektiert hat, die im folgenden Zeitraum bis 2018 eher als Bauflächen klassifiziert wurden. Diese Erklärung leitet sich aus den hohen Anteilen ab, die diese beiden Klassen an der Flächenneuanspruchnahme insgesamt in den jeweils betrachteten Zeiträumen einnehmen (vgl. auch Abbildung 1). Darüber hinaus ist unklar, inwiefern CLC eine Unterscheidung zwischen industriell und gewerblich genutzten neuen Flächen treffen kann. Während die Landnutzungssicht der nationalen Flächenstatistiken diese beiden Nutzungsarten zusammenfasst, dürfte die fernerkundliche Sicht mit einer Mindestkartiereinheit von fünf Hektar in CLC Schwierigkeiten haben, kleinteilige Gewerbeflächen von der umgebenden Nutzung zu unterscheiden.

3.4 Luftbildgestützte Überprüfung auffälliger Veränderungen bei Industrie- und Gewerbeflächen in zwei Fallbeispielen

Im folgenden Abschnitt werden deshalb die Zuwachsraten für auffällige Kommunen in Nordrhein-Westfalen mit Luftbildabgleichen untersucht. Die Auffälligkeit bezieht sich ebenfalls auf die Datenbasis des ESPON SUPER-Projektes, die eine Zuwachsrate der Industrieflächen von 1.668% in der Stadt Solingen und einen Rückgang von 24,1% in der Stadt Bottrop aufzeigt.

3.4.1 Entwicklung von Industrie- und Gewerbeflächen in der Stadt Bottrop

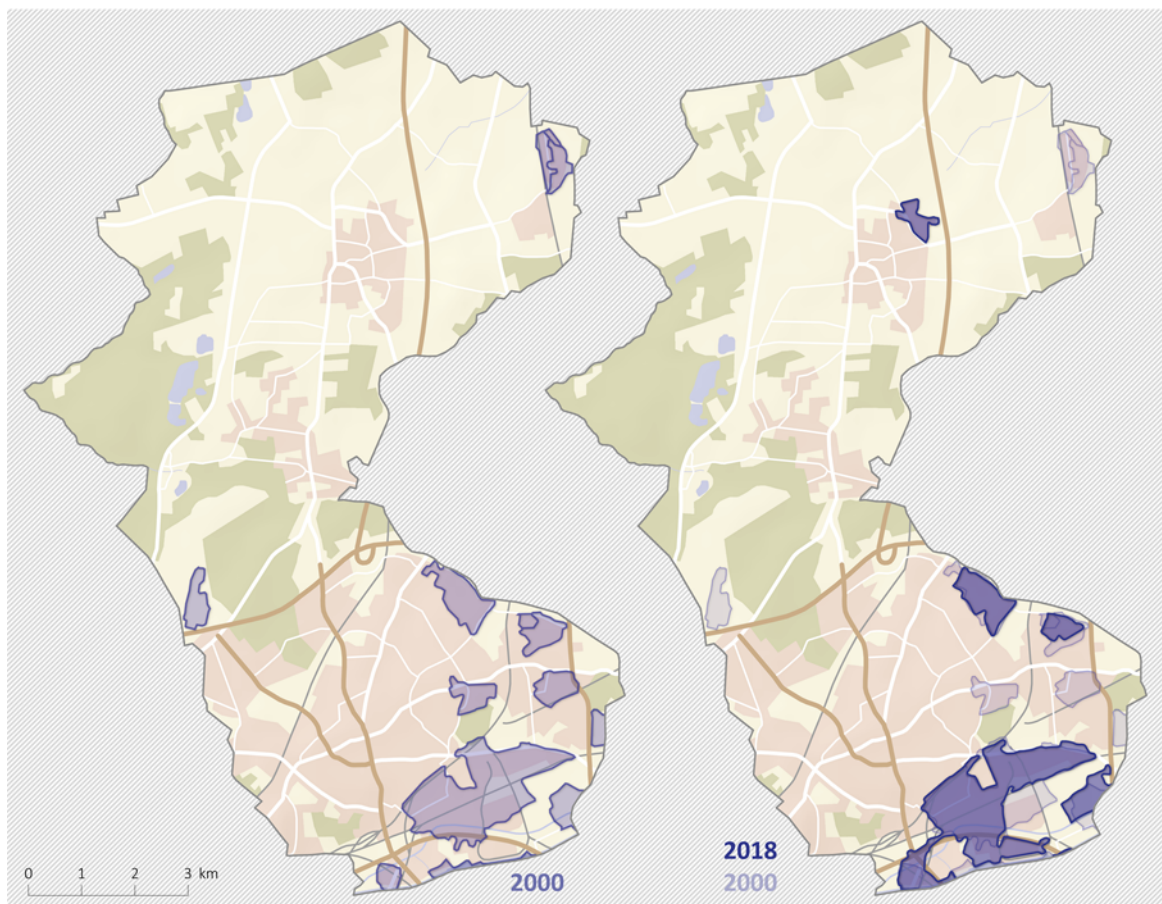
Der Rückgang der Industrie- und Gewerbeflächen der Stadt Bottrop nach den CLC-Daten beträgt 24,1%, von 671 Hektar auf 511 Hektar. Die Rekonstruktion dieser Zahl mit Daten aus der deutschen Flächenstatistik für Bottrop zeigt einen Rückgang von 15,7%, von 683 Hektar im Jahr 2000, die sich entsprechend der damaligen Nutzungsarten aus der Gebäude- und Freifläche für Industrie und Gewerbe sowie den Betriebsflächen zusammensetzen, auf 576 Hektar Industrie- und Gewerbefläche im Jahr 2018. In den CLC-Geodaten in Abbildung 11 kann nachvollzogen werden, dass einige Flächen nicht mehr vorhanden sind, einige sind neu hinzugekommen. Der linke Teil in Tabelle 7 zeigt die Flächen, die im Jahr 2000 in CLC enthalten waren. Die rechte Abbildung zeigt den Stand 2018 mit einer dunkleren Flächeneinfärbung für verbleibende Industrieflächen sowie einer helleren Einfärbung für die 2018 nicht mehr vorhandenen Flächen.

Für fünf ausgewählte Flächen wird in Tabelle 7 so weit wie möglich nachvollzogen, wie sich die tatsächliche Flächenentwicklung in historischen und aktuellen Luftbildern der Stadt Bottrop (<https://gis.bottrop.de>)⁸ darstellt. Deutlich wird zunächst, dass die Zuordnung zu den CLC Nutzungsarten nicht immer echten Flächenentwicklungen geschuldet ist. Für Gebiete wie die Zeche Haniel, den Movie Park Germany, oder die bereits seit 1998 bestehenden Gewerbegebiete in Kirchhellen und Bottroper Süd werden in der CLC Change Detection Änderungen der Oberflächenbeschaffenheit registriert, die als Rückgang von Industriefläche interpretiert werden. Tatsächlich handelt es sich aber um eine andersartige Klassifizierung nach den CLC-Landbedeckungsklassen im Jahr 2018 gegenüber 2000. Neue Industrieflächen, wie das Gewerbegebiet Kirchhellen oder das Gewerbegebiet an der Horster Straße, existierten schon im Luftbild 1998, wenn auch noch im Bau befindlich. Die neue Klassifizierung in CLC 2018 als Industriegebiet ist aber auch hier keiner tatsächlichen Nutzungsänderung geschuldet.

Diese Beispiele zeigen für CLC auf, dass insbesondere im Bereich der Industrieflächen Schwierigkeiten bestehen, im Monitoring spektraler Signaturänderungen von Satellitenbildern die Klassifikation der Landbedeckung über mehrere Jahre widerspruchsfrei durchzuführen.

Abbildung 11: Entwicklung von Industrie- und Gewerbeflächen in Bottrop nach CLC





Entwicklung von Industrie- und Gewerbeflächen in Bottrop nach CLC





Quelle: Geodaten: Geobasis-DE/BKG2018, Eigener Entwurf. Grafik: J. Rönsch

⁸ Die nachfolgenden Luftbilder sind nach der Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0 für den Nachdruck freigegeben. https://gis.bottrop.de/mapapps/resources/apps/Stadtplan_Luftbilder/index.html?lang=de, zuletzt besucht am 11.06.2021.

Tabelle 7: Veränderungen großer Industrieflächen in CLC, Stadt Bottrop, 2000-2018

Fläche	Fläche im Luftbild 2000	Fläche im Luftbild 2018
<p>Bei der Zeche Haniel handelt es sich um eine stillgelegte Zeche. Die Anlage besteht noch, aber auf dem Gelände findet keine industrielle Nutzung mehr statt. Die ehemals als Industriefläche in CLC klassifizierte Fläche wird heute als Abbaufläche geführt und fällt damit nicht mehr unter die Siedlungsflächen.</p>		
<p>Der Movie Park Germany wurde 1996 eröffnet. Der Freizeitpark ist auch heute noch vorhanden. In CLC 2000 ist die Fläche noch als Industriefläche klassifiziert. Im CLC-Datensatz von 2018 wird das Gebiet als Sport- und Freizeitanlage geführt.</p>		

Fläche	Fläche im Luftbild 2000	Fläche im Luftbild 2018
<p>Das Gewerbegebiet Kirchhellen war bereits 1998 zum Teil auf Luftbildern vorhanden. Es wird im Datensatz CLC 2000 nicht als Industriefläche ausgewiesen, sondern in die Kategorien der lockeren Verbauung und Weideflächen eingruppiert. Im Datensatz CLC 2018 erscheint es als neues Industriegebiet.</p>		
<p>Das Gewerbegebiet im Bottroper Süden besteht bereits seit 1998. Im CLC Datensatz 2018 wird das Gebiet nicht mehr als Industriefläche ausgewiesen, sondern als lockere Verbauung geführt.</p>		

Fläche	Fläche im Luftbild 2000	Fläche im Luftbild 2018
<p>Das Gewerbegebiet an der Horster Straße war 1998 noch eine Baufläche, die in den folgenden Jahren zu einem Großhandelsstandort mit Gewerbe entwickelt wurde. Sie gehört in CLC seitdem zur Industriefläche.</p>		

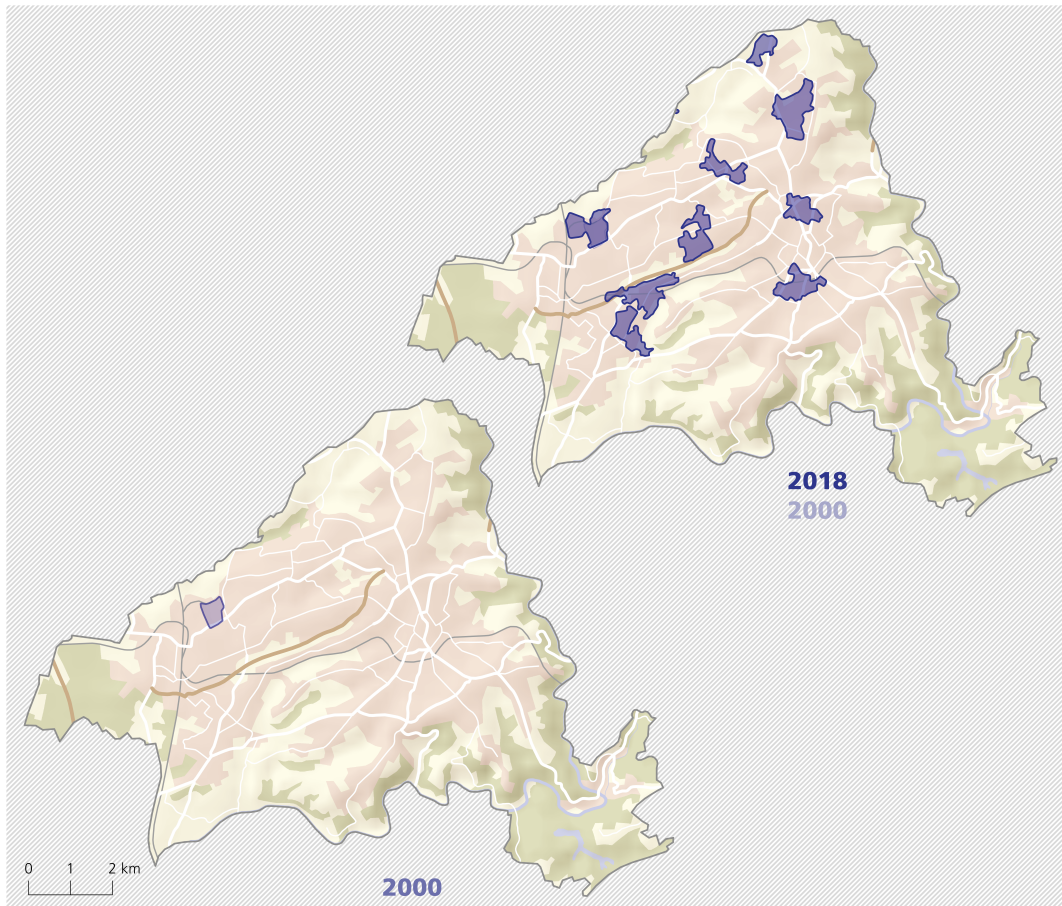
Quelle: Eigene Recherchen, Luftbilder: <https://gis.bottrop.de>, zuletzt besucht am 11.06.2021

3.4.2 Entwicklung von Industrie- und Gewerbeflächen in der Stadt Solingen

Eine ähnliche Analyse wurde im Weiteren auch für die Stadt Solingen durchgeführt, für die der Industrie- und Gewerbeflächenzuwachs zwischen 2000 und 2018 1.668% betrug. Nach den CLC-Daten von 2000 gab es im Stadtgebiet nur ein Gewerbegebiet mit einer Gesamtfläche von 25,4 Hektar (siehe Abbildung 12 links). Dieser Wert kann in der deutschen Flächenstatistik für das Jahr 2000 nicht nachvollzogen werden. Hier wird eine Fläche für Gewerbe und Industrie von insgesamt 442 Hektar (Gebäude- und Freifläche Gewerbe und Industrie plus Betriebsfläche) angegeben, im Jahr 2018 lag der Wert bei 407 Hektar (Industrie und Gewerbe). Demnach wäre die Industrie- und Gewerbefläche um 7,9% rückläufig gewesen.

Abbildung 12: Entwicklung der größten Industrie- und Gewerbeflächen in Solingen nach CLC

Entwicklung der größten Industrie- und Gewerbeflächen in Solingen nach CLC



Quelle: Geodaten: Geobasis-DE/BKG2018, Eigener Entwurf. Grafik: J. Rönsch

Der starke Industrieflächenzuwachs in Solingen nach CLC kann im Geodatenatz 2018 auf neun neue Flächen zurückgeführt werden (siehe Abbildung 12 rechts). Diese weisen eine Gesamtfläche von 448,7 ha auf. Durch den niedrigen Ausgangswert im Jahr 2000 erklärt dies den rechnerisch ermittelten starken Zuwachs von 1.667 Prozent.

Die neu klassifizierten Industrieflächen waren im Datensatz von 2000 noch größtenteils als lockere Verbauung klassifiziert. Der historische Atlas der Stadt Solingen (https://geoportal.solingen.de/buergerservice1/ol3/sg_layout.html?gui=histo)⁹ bietet die Möglichkeit, die Klassifikation durch historische Luftbilder zu überprüfen. Aufgrund der ähnlich gelagerten Problematik wird dies in Abbildung 13 nur beispielhaft für den Fall des Industrie- und Gewerbegebiets Schmalzgrube dargestellt.

⁹ Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der Stadt Solingen.

Abbildung 13: Das Gewerbe- und Industriegebiet Schmalzgrube in Solingen



Luftaufnahmen des Gewerbe- und Industriegebiets Schmalzgrube in Solingen aus den Jahren 1998 (links) und 2018 (rechts).
Quelle: https://geoportal.solingen.de/buergerservice1/ol3/sg_layout.html?gui=histo, zuletzt besucht am 11.06.2021

Das Gewerbe- und Industriegebiet Schmalzgrube bestand hiernach bereits 1998 und hat sich im Vergleich zu 2018 nur geringfügig verändert. Entsprechend deutet das Beispiel daraufhin, dass in Solingen die Klasse der lockeren Verbauung in CLC 2000 im gleichen Datensatz für 2018 als Industrie- und Gewerbefläche klassifiziert wurde. Eine echte Flächenentwicklung fand nicht statt.

3.4.3 Zwischenfazit III – Luftbildabgleiche für auffällige Veränderungen bei Industrie- und Gewerbeflächen

Die Einzelfallbetrachtung der CLC-Daten am Beispiel der Industrieflächen von Bottrop und Solingen macht deutlich, dass zwischen den Zeitständen der CLC-Datensätze durch Abweichungen in den Flächenklassifikationen zahlreiche Unstimmigkeiten auftreten können. Diese Inkonsistenzen können verschiedene Ursachen haben und zu falschen Folgerungen bezüglich der Flächenentwicklungen führen:

- ▶ Bereits bestehende und im Datensatz von 2000 vorhandene Industrieflächen können durch die Zuordnung zu anderen CLC-Gebietstypen verloren gehen. Bei einem Zeitvergleich zwischen 2000 und 2018 führt dies zu einem Rückgang der Industriefläche, der in der Realität so nicht stattgefunden hat (z.B. Gewerbegebiet Bottrop Süd).
- ▶ Ein Rückgang der Industrieflächen kann auch die Folge von Korrekturen sein. In diesen Fällen wurden zuvor als Industrieflächen bezeichnete Gebiete ihrer korrekten Klasse zugeordnet, ohne dass sich die Fläche bzw. Bodenbedeckung verändert hat (z.B. Movie Park Germany, Zeche Haniel).
- ▶ Im umgekehrten Fall können Gewerbegebiete, die in der Realität bereits vorhanden, aber im CLC-2000-Datensatz nicht als solche deklariert waren, durch das nachträgliche Hinzufügen in den CLC-Datensatz 2018 zu einem sehr hohen prozentualen Zuwachs führen (z.B. Solingen, Gewerbegebiet Bottrop-Kirchhellen).

Insgesamt liefert der direkte Zeitvergleich für einzelne Flächen aus den CLC-Geodaten für verschiedene Jahre damit Ergebnisse, die das Monitoring der Flächenneuanspruchnahme vor Probleme stellen. Die Fallbeispiele zeigen auf, dass aufgrund unterschiedlicher Klassifizierungsergebnisse zwischen CLC 2000 und CLC 2018 ein Zeitvergleich nur eingeschränkt möglich ist.

Auf europäischer Ebene werden die Informationen aus der Change Detection in Berichtswerken wie ESPON SUPER oder dem Umweltbericht der EEA dennoch aufgegriffen.

Technische Alternativen zur Verbesserung der Aussagefähigkeit von Zeitreihen werden z.B. in Projekten zur Nutzung der Sentinel-II-Reihe des Copernicus-Programms beforscht. Verbesserungen in der Erfassung durch neu aufkommende Technologien können allerdings nicht immer zurückgeschrieben werden, die Zeitreihen bleiben anfällig für Zeitreihenbrüche. Diese sind gerade in der Berichterstattung zur Flächenentwicklung nicht direkt erkennbar, da in den Aggregationsverfahren zur Bilanzierung lediglich das Flächenattribut objektbasierter Daten nach Nutzungsart weiterverarbeitet wird. Die Ergebnisse in Form von Tabellen, Grafiken und Karten erlauben keine Rückschlüsse auf die Klassifikationsgüte der zugrundeliegenden Objekte, wie sie der oben gezeigte Luftbildabgleich beispielhaft leisten kann.

Die teils starken Abweichungen der ausgewählten nationalen Statistiken von den Ergebnissen auf Basis von CLC-Daten zeigen dieses Problem eindrücklich auf. Dabei muss deutlich gesagt werden, dass auch die Flächenstatistik in Deutschland anfällig für Zeitreihenbrüche durch Umstellungen in den Nutzungsartenkatalogen, Neueinmessungen von Objekten, und nicht immer einheitlicher Handhabung von Erfassungssystematiken zwischen einzelnen Behörden und Bearbeitenden ist.

4 Zusammenfassung

In diesem Bericht wird die Vergleichbarkeit von katasterbasierten und satellitenbildgestützten Zahlen und Aussagen zum Flächenverbrauch untersucht. Ziel war es, zu ermitteln, inwieweit die in internationalen Studien zitierten Flächenverbrauchszahlen aus Satellitenbildern der Landbedeckung mit z. B. den deutschen Zahlen aus der amtlichen Flächenstatistik stimmig sind.

Es wurde anhand der Zahlen aus Deutschland, der Schweiz, Belgien und Großbritannien festgestellt, dass die Abweichungen zwischen Flächennutzungsänderungen, die auf der Basis von Satellitenbildern ermittelt werden, gegenüber denen auf Basis von Liegenschaftsdaten erheblich sein können. Berichte wie der Umweltbericht der EEA machen z. B. quantitative Aussagen zum Flächenverbrauch (land take) in Deutschland, die von den national publizierten Zahlen erheblich abweichen. Sie sind ohne die in diesem Bericht vorgenommenen Hinweise und Erläuterungen nur schwer nachvollziehbar.

Der wissenschaftliche Beitrag von Decoville und Schneider 2015 kommt in diesem Zusammenhang zu dem Schluss, dass die meist unterschiedlichen Datengrundlagen in den EU-Ländern es kaum zulassen, den jeweiligen nationalen Fortschritt der Mitgliedsstaaten bei der Umsetzung des EU Netto Null Zieles („no net land take by 2050“) international vergleichbar zu bewerten.

So werden in den Ländern mehrere unterschiedliche Ansätze zum Flächenmonitoring eingesetzt. Die Schweizer Arealstatistik stützt sich auf zeitstabile Punkterhebungen aus Luftbildinterpretationen. Die Zahlen zum Flächenverbrauch liegen damit zwar näher an den CLC-Bilanzen als in den anderen betrachteten Ländern. Die Erfassungsmethode ist allerdings bislang noch sehr aufwändig.

Die Flächenstatistik in Belgien ist katasterbasiert und ziemlich aktuell. Im April 2021 waren bereits die Daten für 2020 online verfügbar.

England wiederum hat einen Raumbenutzungsansatz, der datentechnisch eine handlungsorientierte Flächensparpolitik unterstützt. Die politischen Zielsetzungen werden mit der Wiedernutzung von Brachflächen verknüpft, was grundsätzlich als wichtiger Baustein für die Perspektiven der von der Bundesregierung in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie bis zum Jahr 2050 angestrebten Flächenkreislaufwirtschaft einzustufen ist.

5 Quellenverzeichnis

AdV – Arbeitsgemeinschaft des Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2021): GeoInfoDok NEU (Referenzversion ab 31.12.2023). <https://www.adv-online.de/GeoInfoDok/GeoInfoDok-NEU/> (28.10.2021)

Arnold, S.; Kurstedt, R.; Riecken, J.; Schlegel, B. (2017): Paradigmenwechsel in der Landschaftsmodellierung– von der Tatsächlichen Nutzung hin zu Landbedeckung und Landnutzung. In: zfv–Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (1) 142, S. 30 - 39

Beyeler, A. (2018): Arealstatistik der Schweiz – Zeitreihe zur Dokumentation der Bodennutzung basierend auf Luftbildinterpretation von Stichprobenpunkten. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. [Hrsg.]: Flächennutzungsmonitoring X. Flächenpolitik – Flächenmanagement – Indikatoren. IÖR Schriften 76, Rhombos, Berlin, S. 47 - 56

BFS – Bundesamt für Statistik (2016): Arealstatistik Schweiz. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/erhebungen/area.assetdetail.6813.html> (16.10.2020)

BKG – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021): CORINE Land Cover. <https://www.bkg.bund.de/DE/Ueber-das-BKG/Geoinformation/Fernerkundung/Landbedeckungsmodell/CorineLandCover/clc.html> (27.10.2021)

DCLG - Department for Communities and Local Government (2016): Land Use Change Statistics. Statement of quality assurance. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/512090/Land_use_change_statistics_quality_assurance_statement.pdf (10.06.2021)

DCLG - Department for Communities and Local Government (2016): First areas to push for faster brownfield land development, Press Release 10 March 2016

Decoville, A.; Schneider, M. (2015): Can the 2050 zero land take objective of the EU be reliably monitored? A comparative study. In: Journal of Land Use Science, 11, 3, S. 331 – 349. DOI: 10.1080/1747423X.2014.994567

Department of Environment, Transport and the Regions (1998): Planning for Communities of the Future. London

Die Bundesregierung (2021): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/1875176/3d3b15cd92d0261e7a0bc8f43b7839/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-2021-langfassung-download-bpa-data.pdf?download=1> (11.06.2021)

ESPON (2020a): SUPER – Sustainable Urbanization and land-use Practices in European Regions. Final Report. ESPON, Luxembourg

ESPON (2020b): SUPER – Sustainable Urbanization and land-use Practices in European Regions. Final Report - Annex 3.4: Case study DE-30ha. ESPON, Luxembourg

ESPON (2020c): SUPER – Sustainable Urbanization and land-use Practices in European Regions. Final Report - Annex 3.13: Case study comparative analysis. ESPON, Luxembourg

Europäische Kommission (2020): Territorial Agenda 2030. A future of all places. https://www.territorialagenda.eu/files/agenda_theme/agenda_data/Territorial%20Agenda%20documents/TerritorialAgenda2030_201201.pdf (04.06.2021)

EEA – European Environment Agency (2019): State of the Environment Report 2020. Knowledge for transition to a sustainable Europe. EEA, Copenhagen

EEA – European Environment Agency (2020): Land take in Europe. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-3/assessment> (10.06.2021)

- Feranec, J.; Soukup, T.; Hazeu, G.; Jaffrain, G. (2016): European Landscape Dynamics: CORINE Land Cover Data. CRC Press, Boca Raton
- Fina, S.; Osterhage, F.; Rönsch, J.; Rusche, K.; Siedentop, S.; Volgmann, K.; Zimmer-Hegmann, R. (2020): Monitoring StadtRegionen. In: C. Hannemann, F. Othengrafen, J. Pohlan, B. Schmidt-Lauber, R. Wehrhahn und S. Güntner (Hrsg.): Jahrbuch StadtRegion 2019/2020: Schwerpunkt: Digitale Transformation. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 225 – 288
- Früh-Müller, A.; Hotes, S.; Breuer, L.; Wolters, V.; Koellner, T. (2016): Regional Patterns of Ecosystem Services in Cultural Landscapes. In: Land, 5, 2. DOI: 10.3390/land5020017
- FÖD – Föderaler Öffentlicher Dienst Finanzen (2021): Katasterplan. <https://finanzen.belgium.be/de/sach-verstaendige-partner/kataster/katasterplan> (16.10.2020)
- Gardi, C.; Panagos, P.; van Liedekerke, M.; Bosco, C.; Brogniez, D. de (2015): Land take and food security. Assessment of land take on the agricultural production in Europe. In: Journal of Environmental Planning and Management, 58, 5, S. 898–912. DOI: 10.1080/09640568.2014.899490
- Georg, H.-J. (2016): Die neue Nutzungsartensystematik in der Flächenerhebung ab 2016. Beiträge aus der Statistik. In: Bayern in Zahlen 2016, 12, S. 771 – 778
- Gibas, P.; Majorek, A. (2020): Analysis of Land-Use Change between 2012–2018 in Europe in Terms of Sustainable Development. In: Land, 9, 2. DOI: 10.3390/land9020046
- Herrmann, A. (2019): Die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch das Bauplanungsrecht. Juristische Geltung und Realisierung im sozialen System. Nomos Verlag, Baden-Baden
- Hoffmann, C. (2021): Was machen die Anderen? Zum Umgang der Raumplanung mit Flächenverbrauch in ausgewählten Staaten und der Übertragbarkeit der Maßnahmen am Beispiel Bayerns. Dissertation am Fachgebiet Raumordnung und Landesplanung der Universität Augsburg und dem Lehrstuhl Regionalentwicklung und Raumordnung der Technischen Universität Kaiserslautern. Kaiserslautern. https://regionalentwicklung-raumordnung.de/wp-content/uploads/2021/09/SRL_Band51_Hoffmann.pdf (28.10.2021).
- Inostroza, L.; La Barrera, F. de (2019): Ecosystem Services and Urbanisation. A Spatially Explicit Assessment in Upper Silesia, Central Europe. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 471, 9. DOI: 10.1088/1757-899X/471/9/092028
- Masini, E.; Tomao, A.; Barbati, A.; Corona, P.; Serra, P.; Salvati, L. (2019): Urban Growth, Land-use Efficiency and Local Socioeconomic Context. A Comparative Analysis of 417 Metropolitan Regions in Europe. In: Environmental Management, 63, 3, S. 322 – 337. DOI: 10.1007/s00267-018-1119-1
- Melchiorri, M.; Florczyk, A. J.; Freire, S.; Schiavina, M.; Pesaresi, M.; Kemper, T. (2018): Unveiling 25 years of planetary urbanization with remote sensing. Perspectives from the global human settlement layer. In: Remote Sensing 10 (768), S. 1 – 19
- ODPM - Office of the Deputy Prime Minister (2004): Land Use Change Statistics 19
- OECD – Organisation of Economic Cooperation and Development (2018): Monitoring Land cover change. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/brochure-land-cover-change-v2.pdf> (27.10.2021)
- StatBel (2020): Belgium in Figures. Land use according to the land register. <https://statbel.fgov.be/en/land-use-according-land-register#documents> (10.6.2021)
- Statistisches Bundesamt (2021): Erläuterungen zum Indikator „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche [ha/Tag]“. https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Flaechennutzung/Publicationen/Downloads-Flaechennutzung/anstieg-suv.pdf?__blob=publicationFile (26.10.2021)

UBA – Umweltbundesamt (2020): Siedlungs- und Verkehrsflächen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#-das-tempo-des-flachen-neuverbrauchs-geht-zuruck> (10.06.2021)

UBA – Umweltbundesamt (2020): Flächenverbrauch in Deutschland und Strategien zum Flächensparen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten#flachenverbrauch-in-deutschland-und-strategien-zum-flachensparen> (30.10.2021)

UBA – Umweltbundesamt (2021): Corine Land Cover CLC. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/corine-land-cover-clc> (10.06.2021)

A Weitere Literatur im Überblick

Autor*innen/ Titel	Gardi, C. et al./ <i>Land take and food security: assessment of land take on the agricultural production in Europe (2014)</i>
Verwendete Datenquellen	CORINE Land Cover 1990, 2000 and 2006
Raumbezug	21 Länder in Europe
Beurteilung	Die Studie hat zum Ziel, die potenziellen Produktivitätsverluste in der europäischen Landwirtschaft aufgrund von Landnutzungsprozessen zwischen 1990 und 2006 zu bewerten. Es wurden hierzu mithilfe von Corine-Daten Landbedeckungskarten für die Jahre 1990, 2000 und 2006 berechnet. Die Qualität der verwendeten Daten wird im Methodenteil erwähnt, ist aber nicht explizierter Gegenstand der Untersuchung.
Autor*innen/ Titel	Inostroza, L.; de la Barrera, F./ <i>Ecosystem Services and Urbanisation. A Spatially Explicit Assessment in Upper Silesia, Central Europe (2019)</i>
Verwendete Datenquellen	CORINE land cover data set (Copernicus 2018)
Raumbezug	Oberschlesien, Mitteleuropa
Beurteilung	In diesem Beitrag wurde eine räumliche Analyse durchgeführt, um die Bereitstellung von Ökosystemleistungen (ES) und den Grad der Urbanisierung zu untersuchen, um den Einsatz von ES in der Planung voranzutreiben. Die potenzielle Bereitstellung von ES wurde anhand eines auf der Landnutzung basierenden Ansatzes bewertet. Der CORINE-Landbedeckungsdatensatz (Copernicus 2018) wurde hierbei verwendet, um die potenzielle Bereitstellung von ES zu ermitteln. Der Artikel setzt sich jedoch nicht mit der Qualität der Datengrundlage auseinander.
Autor*innen/ Titel	Gibas, P.; Majorek, A./ <i>Analysis of Land-Use Change between 2012–2018 in Europe in Terms of Sustainable Development (2020)</i>
Verwendete Datenquellen	Corine Land Cover, DEGURBA
Raumbezug	Europa
Beurteilung	In diesem Artikel werden Methoden zur Bewertung von Landnutzungsänderungen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung und die Ergebnisse ihrer Anwendung auf der Grundlage der Transformationen vorgestellt, die in einzelnen Regionen Europas in den Jahren 2012–2018 stattgefunden haben. Die verwendeten Daten stammen aus dem Landbedeckungsprogramm CORINE und kommunalen Einheiten, die den Urbanisierungsgrad (DEGURBA) darstellen. Insbesondere die Verwendung von räumlichen Daten aus kommunaler Ebene ist hierbei interessant und könnte für das Vorhaben relevant sein.

Autor*innen/ Titel	Früh-Müller, A. et al./ <i>Regional Patterns of Ecosystem Services in Cultural Landscapes (2016)</i>
Verwendete Datenquellen	ALKIS
Raumbezug	Deutschland (ausgewählte Landkreise in Hessen)
Beurteilung	Der Artikel befasst sich mit der räumlichen Verteilung von Ökosystemleistungen in agrarisch geprägten Landkreisen. Die Studie ist sehr speziell auf den landwirtschaftlichen Bereich ausgerichtet und verwendet ALKIS Daten als Grundlage zum Aufbau von Modellen. Eine Auseinandersetzung mit der Datenqualität findet jedoch nicht statt.
Autor*innen/ Titel	Masini, E. et al./ <i>Urban Growth, Land-use Efficiency and Local Socioeconomic Context: A Comparative Analysis of 417 Metropolitan Regions in Europe (2019)</i>
Verwendete Datenquellen	Urban Atlas
Raumbezug	Europa (417 Metropolregionen in 27 europäischen Ländern)
Beurteilung	Die Studie präsentiert eine mehrdimensionale Analyse der Landnutzungseffizienz in Bezug auf die pro Kopf bebaute Fläche in 417 Metropolregionen aus 27 europäischen Ländern. Der Untersuchungszeitraum umfasst zwei städtische Phasen, darunter die wirtschaftliche Expansion (2000–2007) und die Krise (2008–2015). Im Unterschied zu den anderen Studien greifen die Autoren auf digitale, hochaufgelöste Karten des Urban Atlas zurück und ergänzen diese mit statistischen Informationsquellen, die aus der Urban Audit-Initiative von Eurostat stammen. Methodisch liefert diese Studie somit einen interessanten Ansatzpunkt für die Verbesserung des Informationsgehalts von vorliegenden Datenbeständen.
Autor*innen/ Titel	EEA/ <i>Urban Sprawl in Europe (2016)</i>
Verwendete Datenquellen	Corine Land Cover
Raumbezug	Europa (32 Länder)
Beurteilung	Dieser Bericht bietet eine vergleichbare Messung der Zersiedelung für 32 europäische Länder auf drei Ebenen (Länderebene, Ebene der NUTS-2-Region und Ebene der 1 km ² -Zelle) und für zwei Jahre (2006 und 2009). Die Analyse basiert auf dem Copernicus-System. Die Qualität und Eignung der Daten zur Messung von Zersiedelungen wird thematisiert.

B Bodenbedeckung der Arealstatistik Schweiz (27 Grundkategorien)

10 Hauptkategorie: Künstlich angelegte Flächen

- 11 Befestigte Flächen
- 12 Gebäude
- 13 Treibhäuser
- 14 Beetstrukturen
- 15 Rasen
- 16 Bäume auf künstlich angelegten Flächen
- 17 Gemischte Kleinstrukturen

20 Hauptkategorie: Gras-, Krautvegetation

- 21 Gras-, Krautvegetation

30 Hauptkategorie: Gebüschvegetation

- 31 Gebüsch
- 32 Verbuschte Flächen
- 33 Niederstammobst
- 34 Reben
- 35 Gärtnerische Dauerkulturen

40 Hauptkategorie: Baumvegetation

- 41 Geschlossene Baumbestände
- 42 Waldecken
- 43 Waldstreifen
- 44 Aufgelöste Baumbestände
- 45 Gebüschwaldbestände
- 46 Lineare Baumbestände
- 47 Baumgruppen

50 Hauptkategorie:
Vegetationslose Flächen

- 51 Anstehender Fels
- 52 Lockergestein
- 53 Versteinte Flächen

60 Hauptkategorie:
Wasser und Feuchtflächen

- 61 Wasser
- 62 Gletscher, Firn
- 63 Nassstandorte
- 64 Schilfbestände

Quelle: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/nomenklaturen/arealstatistik/nolc2004/27-grundkategorien.html>

C Siedlungsflächen Schweiz (Auszug aus den 72 Kategorien)

Siedlungsflächen	
1	Industrie- und Gewerbegebäude
2	Umschwung von Industrie- und Gewerbegebäuden
3	Ein- und Zweifamilienhäuser
4	Umschwung von Ein- und Zweifamilienhäusern
5	Reihen- und Terrassenhäuser
6	Umschwung von Reihen- und Terrassenhäusern
7	Mehrfamilienhäuser
8	Umschwung von Mehrfamilienhäusern
9	Öffentliche Gebäude
10	Umschwung von öffentlichen Gebäuden
11	Landwirtschaftliche Gebäude
12	Umschwung von landwirtschaftlichen Gebäuden
13	Nicht spezifizierte Gebäude
14	Umschwung von nicht spezifizierten Gebäuden

Quelle: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/bodennutzung-bedeckung/gesamtspektrum-regionalen-stufen/Kantone.assetdetail.11007189.html>

D Kategorien der Bodennutzungsstatistik Belgien

	Rubrique	Kategorien
1.	Terres agricoles totales (excl. serres)	Landwirtschaftliche Flächen insgesamt (ohne Gewächshäuser)
1.1	Terres laborables	Ackerland
1.2	Terres consacrées à des cultures permanentes	Flächen für Dauerkulturen
1.3	Terres consacrées aux prairies et pâturages permanents	Grünland und Weiden
2.	Total des forêts et autres terres boisées	Bewaldete Flächen insgesamt
3.	Terrains bâtis et terrains connexes	Bebautes Land (Gebäude und ihre Umgebung)
3.1	Terrains résidentiels	Wohngebiete
3.2	Terrains industriels (autres que 3.3 ci-dessous)	Industriegebiete (andere als 3.3 unten)
3.3	Terrains utilisés pour les carrières, puits, mines, etc.	Flächen, die als Steinbrüche, Gruben, Bergwerke usw. genutzt werden
3.4	Terrains commerciaux	Gewerbegebiete
3.5	Terrains utilisés pour des services publics, excepté les infrastructures de transport, de communication et techniques	Flächen, die für öffentliche Dienstleistungen genutzt werden, ausgenommen Verkehrs-, Kommunikations- und technische Infrastrukturen
3.6	Terrains à usage mixte	Gemischt genutzte Flächen
3.7	Terrains utilisés pour les transports et les communications	Für Verkehr und Kommunikation genutzte Flächen
3.8	Terrains occupés par les infrastructures techniques	Grundstücke für technische Infrastrukturen
3.9	Terrains à usage de loisirs et autres espaces ouverts	Flächen für Freizeit und sonstige Freiflächen
7.	Eaux	Wasser
7.1	Eaux intérieures	Binnengewässer
7.2	Eaux côtières	Küstengewässer
8.	Zone marine	Meeresgebiet
9.	Autres terrains	Sonstiges Land
10.	Superficie continentale	Kontinentale Landfläche
11.	Superficie de sols	Landfläche
12.	Superficie totale (y compris zone marine)	Gesamtfläche (einschließlich Meeresgebiet)

Quelle: <https://statbel.fgov.be/en/themes/environment/land-cover-and-use/land-use#figures>

E Kategorien des Katasterregisters Belgien

1TOT	total des parcelles non bâties	Unbebautes Land insgesamt
1AE	terres agricoles nda	Landwirtschaftliche Flächen
1BC	pâtures, prés	Weiden, Grünland
1DI	jardins et parcs	Gärten und Parks
1F	vergers	Obstgärten
1G	bois	Wälder
1H	terres vaines et vagues	Ungenutztes Land, Ödland
1J	loisirs, sports	Freizeit, Sport
1K	eaux cadastrées	Katasterpflichtige Gewässer
1L	chemins cadastrés	Katasterpflichtige Wege
1MNOP	autres	Sonstige

2TOT	total des parcelles bâties	Bebaute Grundstücke insgesamt
2A1A2	appartements	Wohnungen
2B	immeubles à appartements	Mehrfamilienhäuser
2C	maisons, fermes	Häuser, Bauernhöfe
2DEF	annexes, y compris les serres	Nebengebäude, inkl. Gewächshäuser
2G	ateliers et bâtiments industriels	Werkstätten und Industriegebäude
2H	bâtiments de stockage	Lagergebäude
2I	banques, bureaux	Banken, Büros
2JK	bâtiments commerciaux	Geschäftsgebäude
2L	bâtiments publics	Öffentliche Gebäude
2M	equipements d'utilité publique	Öffentliche Einrichtungen
2N	bâtiments destinés à l'aide sociale et aux soins de santé	Gebäude des Sozial- und Gesundheitswesens
2O	bâtiments destinés à l'enseignement, la recherche, la culture	Gebäude für Lehre, Forschung, Kultur
2P	bâtiments destinés aux cultes	Religiöse Gebäude
2Q	bâtiments destinés aux loisirs, aux sports	Gebäude für Freizeit und Sport

2RST | autres

| Sonstige

Quelle: <https://statbel.fgov.be/en/land-use-according-land-register#figures>