

Bellingen, Marius; Felgendreher, Simon; Oehrlein, Johannes; Schürz, Simon;  
Arnold, Stephan

**Article**

## Ökosystemgesamtrechnungen – Flächenbilanzierung der Ökosysteme (Extent Account)

WISTA - Wirtschaft und Statistik

**Provided in Cooperation with:**

Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden

*Suggested Citation:* Bellingen, Marius; Felgendreher, Simon; Oehrlein, Johannes; Schürz, Simon; Arnold, Stephan (2021) : Ökosystemgesamtrechnungen – Flächenbilanzierung der Ökosysteme (Extent Account), WISTA - Wirtschaft und Statistik, ISSN 1619-2907, Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden, Vol. 73, Iss. 6, pp. 31-42

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/248258>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# ÖKOSYSTEMGESAMTRECHNUNGEN – FLÄCHENBILANZIERUNG DER ÖKOSYSTEME (EXTENT ACCOUNT)

Marius Bellinghen, Simon Felgendreher, Johannes Oehrlein,  
Simon Schürz, Stephan Arnold

↳ **Schlüsselwörter:** Ökosystemgesamtrechnungen – Flächenbilanzierung –  
Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Ökosystemleistungen – SEEA EA

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Statistischen Bundesamt begannen im August des Jahres 2020 die Arbeiten zur Berechnung der Ökosystemgesamtrechnungen. Deren Ziel ist eine bundesweit räumlich und zeitlich konsistente Datengrundlage zu Ausmaß, Zustand und Leistungen der Ökosysteme für den Menschen, um politische Entscheidungsfindungen effektiv unterstützen zu können. Die Flächenbilanzierung, welche die Ökosysteme Deutschlands erfasst, klassifiziert und in Kartenform darstellt, bildet den Ausgangspunkt des Berichtssystems. Der Vergleich zwischen den Flächenbilanzen verschiedener Erhebungsjahre bietet zudem die Möglichkeit, Veränderungen zwischen Ökosystemen auszuweisen.

↳ **Keywords:** *ecosystem accounting – extent account – environmental economic accounts – ecosystem services – SEEA-EA*

## ABSTRACT

*At the Federal Statistical Office, work on the compilation of ecosystem accounts began in August 2020. The aim of this work is to create a nationwide, spatially and temporally consistent data basis on the extent and condition of the ecosystems and the services they provide to humans, in order to effectively support political decision-making. The extent account, in which Germany's ecosystems are recorded, classified and mapped, constitutes the basis of the reporting system. The comparison between the extent accounts of different survey years also offers the possibility to identify changes between ecosystems.*

### Marius Bellinghen

studierte Geographie und Management natürlicher Ressourcen. Er ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Referat „Monetäre Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Materialflussrechnungen, Nachhaltigkeitsindikatoren“ des Statistischen Bundesamtes für die ökologische Perspektive der Ökosystemgesamtrechnungen in Deutschland tätig.

### Dr. Simon Felgendreher

ist Volkswirt und im selben Referat als Referent für die Koordinierung der Ökosystemgesamtrechnungen in Deutschland zuständig.

### Dr. Johannes Oehrlein

hat Mathematik studiert und im Fachbereich Geoinformatik promoviert. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter im oben genannten Referat betreut er die technische Konzeption und Umsetzung der Ökosystemgesamtrechnungen in Deutschland.

### Dr. Simon Schürz

ist Volkswirt mit universitären Stationen in Wien, Bologna und Göteborg. Im selben Referat wie die Vorgenannten ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter und mit der monetären Bewertung von Ökosystemleistungen innerhalb der Ökosystemgesamtrechnungen für Deutschland befasst.

### Stephan Arnold

ist Diplom-Geograph und im Referat „Pflanzliche Erzeugung und Flächennutzung“ des Statistischen Bundesamtes für die Flächenstatistik tätig. Derzeit befasst er sich mit deren Neukonzeptionierung hinsichtlich der Auswertung objektstrukturierter Geobasisdaten zu den Themen Landbedeckung und Landnutzung.

# 1

## Einleitung

Im März 2021 hat die Statistische Kommission der Vereinten Nationen beschlossen, die Kapitel eins bis sieben des System of Environmental Economic Accounting – Ecosystem Accounting (SEEA EA) als statistischen Standard zu bestätigen. Damit steht nun ein anerkanntes Rahmenwerk zum Aufbau der Ökosystemgesamtrechnungen zur Verfügung und die Arbeiten zur Umsetzung werden im Statistischen Bundesamt wie auch international intensiviert. Die Ökosystemgesamtrechnungen bilden dabei einen weiteren Teil der bereits etablierten Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR). Die UGR erfassen die Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Ökonomie, beispielsweise die Umweltbelastungen durch die Wirtschaft, den Ertrag von Naturressourcen und den Wert von Umweltschutzmaßnahmen. Ziel der Ökosystemgesamtrechnungen ist, das Ausmaß, den Zustand und die Leistungen von Ökosystemen für Gesellschaft und Wirtschaft im Ganzen zu betrachten. Dabei sollen jene Funktionen der Ökosysteme, die über eine Entnahme und Abgabe von Materialflüssen an die Umwelt hinausgehen, explizit räumlich erfasst werden. Beispiele hierfür sind die Luftreinhaltung, der Hochwasserschutz oder auch der Erholungswert der Natur. Die Ökosystemgesamtrechnungen ermöglichen im Zeitverlauf eine Analyse der Interaktionen zwischen Mensch und Natur, sodass Rückkopplungseffekte in der Natur, ausgelöst durch anthropogene Verhaltensweisen, sichtbar werden.

Für die Messung der Ökosystemleistungen ist zunächst eine flächendeckende Erfassung der Ökosysteme erforderlich. Hierbei wird die Fläche Deutschlands einschließlich der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)<sup>1</sup> in Nord- und Ostsee lückenlos und überschneidungsfrei verschiedenen Ökosystemtypen zugeordnet. Die so entstandene Flächenbilanz (Extent Account) ermöglicht es, das Ausmaß der verschiedenen Ökosysteme sowie deren Veränderungen im Zeitverlauf zu erfassen.

Neben der Flächenbilanz ist auch die Bestimmung des Zustands der Ökosysteme eine Voraussetzung für die

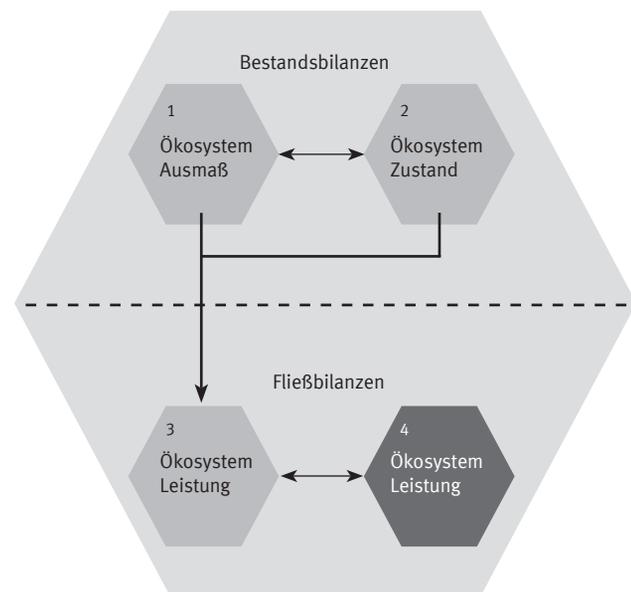
1 Die Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) ist das Meeresgebiet seewärts des Küstenmeeres (12-Seemeilen-Zone) bis maximal zur 200-Seemeilen-Grenze. Die AWZ gehört nicht zum Hoheitsgebiet des angrenzenden Küstenstaates, jedoch hat dieser exklusive Nutzungsrechte (BMI, 2021).

Ableitung von Ökosystemleistungen. Innerhalb der Zustandsbilanzierung (Condition Accounting) der Ökosysteme werden deshalb Variablen, die die biotischen, abiotischen und landschaftlichen Charakteristiken der jeweiligen Ökosysteme bestmöglich widerspiegeln, erfasst und deren zeitliche Veränderungen festgehalten. Somit sind Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit und Stabilität von Ökosystemen möglich.

In der Ökosystemleistungsbilanz (Service Account) werden dann Leistungen wie die Kohlenstoffspeicherung oder der Überflutungsschutz auf Basis der Flächen- und Zustandsbilanz in physischen Einheiten gemessen oder modelliert. Durch die räumlich hochauflösende Verortung der Ökosystemflächen, werden die Ökosystemleistungen ebenfalls flächengenau berechnet. Somit kann beispielsweise die lokale Kühlungsleistung von Grünflächen bei Hitzewellen in dichtbesiedelten Gebieten von jener in ländlichen Gebieten unterschieden werden. Die monetäre Inwertsetzung bestehender Ökosystemleis-

Grafik 1

Schematischer Aufbau der Ökosystemgesamtrechnungen



Accounts:  
 1 Ecosystem Extent  
 2 Ecosystem Condition  
 3 } Ecosystem Services  
 4 }

● Physische Bilanzen  
 ● Monetäre Bilanzen

Eigene Abbildung nach dem Rahmenwerk System of Environmental Economic Accounting – Ecosystem Accounting (SEEA EA) der Vereinten Nationen.

2021 - 0502

tungen vervollständigt die Ökosystemgesamtrechnungen. Deren Aufbau mit ihren verschiedenen Bilanzen verdeutlicht [↘ Grafik 1](#).

Ergebnis der Ökosystemgesamtrechnungen wird eine Datengrundlage sein, die es politischen Entscheidungsträgern ermöglicht, Maßnahmen zum Erhalt oder zur Steigerung von Ökosystemleistungen effektiv und zielgenau zu gestalten sowie die Bedeutung der Ökosysteme bei politischen und wirtschaftlichen Entscheidungen adäquat zu berücksichtigen. Durch die international standardisierten Methoden sind die Bilanzen länderübergreifend vergleichbar.

Erste Ergebnisse zur Flächenbilanz der Ökosysteme wurden Mitte Oktober 2021 für die Referenzjahre 2015 und 2018 veröffentlicht. Das Vorgehen und die Methodik dieser Bilanz werden in den weiteren Kapiteln dieses Aufsatzes ausführlich erläutert: Kapitel 2 beschreibt die nationale Klassifikation der Ökosysteme. Kapitel 3 befasst sich mit den damit verbundenen Anforderungen an die Datenquellen. Die technische Umsetzung der Flächenbilanzierung im Einzelnen ist in Kapitel 4 dargestellt, deren Ergebnisse werden in Kapitel 5 beschrieben. Nach einem Fazit zur Flächenbilanzierung gibt Kapitel 6 einen Ausblick auf die derzeit laufenden Arbeiten zur Erstellung der Zustandsbilanz beim Statistischen Bundesamt und die im darauffolgenden Arbeitsschritt beginnende Berechnung der Ökosystemleistungen.

## 2

### Nationale Klassifikation der Ökosysteme

Die neu erstellte nationale Ökosystemklassifikation ist eine hierarchisch aufgebaute Typologie, die es erlaubt, alle Flächen Deutschlands eindeutig einer bestimmten Ökosystemklasse zuzuweisen. Sie ist sowohl strukturell als auch räumlich vollständig, deckt also alle relevanten ökologischen Bereiche und das gesamte Staatsgebiet einschließlich der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in Nord- und Ostsee ab. Durch die Orientierung an Landbedeckung und -nutzung sowie ökologischer und struktureller Variablen ist die Klassifikation leicht verständlich und ermöglicht eine effektive Kommunikation und Visualisierung der Ökosystemdaten.

Alle Ökosysteme, die

- › im nationalen Kontext Deutschlands derzeit existieren oder in naher Zukunft existieren könnten,
- › durch ausreichend detaillierte und bundesweit flächendeckende Datengrundlagen erfassbar sind und
- › im Hinblick auf erbrachte Ökosystemleistungen relevant sind,

werden durch eigene Ökosystemklassen repräsentiert. Diese stellen die kleinste Untergliederung der Ökosystemklassifikation dar und können für die nationale und internationale Berichterstattung zu Ökosystemgruppen, -abteilungen und -abschnitten aggregiert werden. Die beiden Nationalen Ökosystemabschnitte (National Ecosystem Sections) „Terrestrischer Bereich“ und „Gewässer“ umfassen sechs Nationale Ökosystemabteilungen (National Ecosystem Divisions), welche sich in insgesamt 21 Nationale Ökosystemgruppen (National Ecosystem Groups) und schließlich in 74 Nationale Ökosystemklassen (National Ecosystem Classes) untergliedern.

Die Klassifikation definiert für jede Ökosystemklasse eindeutige Kriterien, nach denen eine Fläche einer bestimmten Klasse zugeteilt wird. Diese Kriterien stützen sich auf viele verschiedene Variablen, wie Landbedeckung, Höhe über Normalhöhennull oder Baudichte. Eine Fläche wird zum Beispiel der Klasse „Almen und Bergwiesen“ zugeteilt, wenn sie die Landbedeckung „Inhomogenes Grünland“ und die Landnutzung „Extensive Bewirtschaftung“ aufweist und über 900 Meter Höhe über Normalhöhennull im Alpenraum beziehungsweise über 600 Meter Höhe über Normalhöhennull in den Mittelgebirgen liegt.

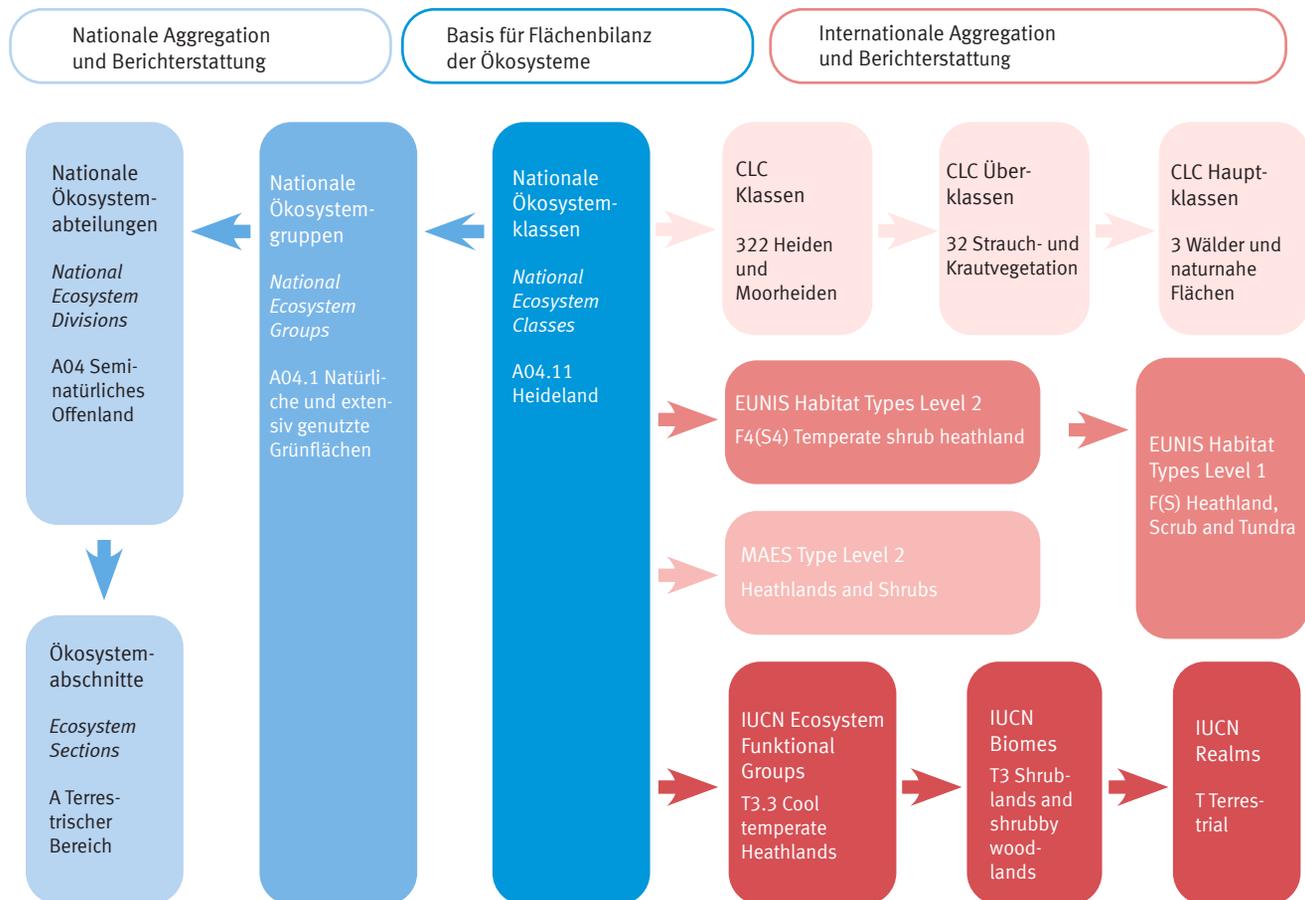
Um aufkommende internationale Berichtspflichten, beispielsweise seitens der Europäischen Union (EU), erfüllen zu können, gewährleisten Überführungstabellen, sogenannte Crosswalks, die Anbindung an international anerkannte Klassifikationen. So kann zum Beispiel die Nationale Ökosystemklasse A04.11 „Heideland“ dem IUCN Typ T3.3 „Cool temperate heathlands“, dem MAES Typ „Heathlands and shrubs“ sowie der CLC Klasse 322 „Heiden und Moorheiden“ zugeordnet werden.<sup>12</sup>

[↘ Grafik 2](#)

2 IUCN = International Union for Conservation of Nature; MAES = Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services; CLC = Corine Land Cover.

**Grafik 2**

Überführung der Ökosystemklassen in international anerkannte Klassifikationen am Beispiel der Ökosystemklasse A04.11 Heideland



CLC = Corine Land Cover; EUNIS = European Nature Information System; MAES = Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services; IUCN = International Union for Conservation of Nature

2021 - 0503

**3**

**Räumliche und zeitliche Konsistenz – eine Herausforderung an die Daten- quellen**

Die primäre Herausforderung zur vollständigen, lücken- losen und hochaufgelösten Flächenbilanzierung der Ökosysteme liegt darin, valide Daten in hinreichendem Umfang zusammenzutragen, um die in der Klassifikation festgelegte Kriterienmatrix anwenden zu können. Um alle Flächen mit den nötigen Informationen auszustat- ten, werden für die Flächenbilanzierung der Ökosysteme eine Vielzahl von räumlichen Datenquellen kombiniert.

Die Basis hierzu bildet das vom Bundesamt für Kartogra- phie und Geodäsie (BKG) erstellte Landbedeckungs- modell für Deutschland (BKG, 2020).

Das Landbedeckungsmodell für Deutschland (LBM-DE) hat eine Mindestkartierfläche<sup>3</sup> von einem Hektar und wird derzeit in einem dreijährlichen Turnus erstellt. Neben den Hauptvariablen Landbedeckung und Land- nutzung weist es weitere Merkmale wie Vegetations- anteil und Versiegelungsgrad aus. Datengrundlagen des LBM-DE sind neben Daten aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem

3 Dies reflektiert den Mindestanspruch der Flächenbilanzierung, alle Ökosystemflächen über einer Größe von einem Hektar zu erfassen und zu klassifizieren. Im Gegenzug bedeutet dies, dass auch kleinere Flächen abgebildet werden können, sofern es die Datenlage zulässt.

(ATKIS) der Bundesländer auch Fernerkundungsdaten. Die Begriffe Landbedeckung und Landnutzung sind eng miteinander verwoben und bedingen sich teilweise gegenseitig. Jedoch muss bei der Konzipierung eines Klassifikationssystems darauf geachtet werden, diese Aspekte getrennt voneinander und gleichermaßen umfassend zu betrachten. Neben der Art der eigentlichen Landbedeckung und der Landnutzung lassen sich noch weitere Eigenschaften beobachten und erfassen, die eine noch detailliertere Beschreibung der Flächen ermöglichen. Eine dreigliedrige semantische Betrachtung der Landbedeckung und Landnutzung sowie darüber hinausgehender Eigenschaften ist für die Klassifikation der Ökosysteme notwendig.

Zu diesem Zweck werden zusätzlich zum LBM-DE eine Vielzahl von ökologischen und strukturellen Informationen benötigt, um alle relevanten Ökosysteme, zum Beispiel „Streuobstwiesen“ oder „Auen-“ und „Moorwäldern“, ausweisen zu können. Hierzu werden neben dem Digitalen Geländemodell und dem Digitalen Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) auch Datensätze wie die Bodenübersichtskarte (BÜK200), Daten der Europä-

ischen Wasserrahmenrichtlinie, Daten des Copernicus-Satellitendatenprogramms sowie Biototypkartierungen der Bundesländer genutzt und räumlich verknüpft. Wichtige Kriterien zur Auswahl der verwendeten Quellen sind eine angemessene räumliche und zeitliche Auflösung sowie eine hohe Qualität der Daten. Daher wurde, sofern möglich, auf amtliche Daten zurückgegriffen. Des Weiteren fanden qualitativ hochwertige Daten wie die des [europäischen Copernicus-Programms](#) Verwendung. Dieses Programm verknüpft Daten verschiedener europäischer Institutionen, unter anderem die der europäischen Weltraumorganisation (ESA). Ein Beispiel für Daten aus dem Copernicus-Programm stellt der [Datensatz der Uferzonen](#) (Riparian Zones) dar, der das Ergebnis einer Berechnung aus verschiedenen hydrologischen und geomorphologischen Parametern ist. Zur Sicherstellung einer hohen Qualität wurde hier im Rahmen des Copernicus-Programms ein qualitativer Expertenbewertungsansatz gewählt.

➤ **Übersicht 1** zeigt alle zusätzlich zum LBM-DE genutzten Datensätze (Bellingen und andere, 2021). Die Kombination aus einer Vielzahl von heterogenen Datensät-

### Übersicht 1

#### Zusätzliche Datenquellen zur Flächenbilanzierung der Ökosysteme

Abgeleitete Informationen	Datenquellen
Alpine Großlandschaft und Mittelgebirge	Landschaften Deutschlands (BfN)
Höhe über Normalhöhennull in Metern	Digitales Geländemodell (BKG)
Auenwälder/Uferzonen	Copernicus Riparian Zones High Resolution Layer
Moorwald	Basis-DLM (BKG)
Moortypen	Bodenübersichtskarte (BGR)
Riffe	Biotopkartierung (BfN)
Sandbänke	Biotopkartierung (BfN), Daten der Landesämter
Seegras- und Algenbestände (Grünalgen, Seegras, Muscheln)	Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Niedersachsen), Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz (Schleswig-Holstein), Schubert und andere (2015)
Erheblich veränderte und künstliche Binnengewässer	Wasserrahmenrichtlinie (BfG)
Küstennahe marine Gewässer	Wasserrahmenrichtlinie (BfG)
Meeresfläche	Ausschließliche Wirtschaftszone (BSH) + Wasserrahmenrichtlinie (BfG)
Fließgewässer	Basis-DLM (BKG) + Wasserrahmenrichtlinie (BfG)
Feldhecken	Basis-DLM (BKG) + Copernicus Small Woody Features High Resolution Layer
Straßen	Basis-DLM (BKG)
Schienen	Basis-DLM (BKG)
Küstendünen	Biototypkartierungen der Länder
Baudichte	LoD1-DE (BKG)
Streuobstwiesen	Biototypkartierungen der Länder

BfN = Bundesamt für Naturschutz, BKG = Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, BGR = Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, BfG = Bundesamt für Gewässerkunde, BSH = Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

zen ermöglicht einerseits die angestrebte Detailtiefe der Flächenbilanzierung. Sie hat aber andererseits zur Folge, dass potenzielle Fehler in den Eingangsdaten nicht immer erkannt und korrigiert werden können.

## 4

### Technische Umsetzung der Flächenbilanzierung

Die technische Umsetzung der Flächenbilanzierung der Ökosysteme erfolgt in den folgenden drei Schritten: Vorverarbeitung, Klassifizierung der Flächen und Nachverarbeitung. Nach einer einmaligen manuellen Harmonisierung der Eingangsdatensätze werden alle Schritte in Geographischen Informationssystemen (GIS) mit Werkzeugen zur Geodatenverarbeitung automatisch über ein Python-Skript abgewickelt. In der Vorverarbeitung wird das LBM-DE mit weiteren räumlichen Datenquellen kombiniert und erweitert. Dazu werden drei verschiedene Arten von Geodatenverarbeitung durchgeführt.

Erstens werden flächenhafte Geometrien von Ökosystemen, die bei der Erstellung des LBM-DE keine hinreichende Rolle spielen, aus anderen Datenquellen abgeleitet. Dies ist unter anderem für Hecken, Straßen und Flüsse notwendig, da diese Daten nur als linienhafte Objekte vorliegen. Sie werden anhand von zusätzlichen Breiteninformationen gepuffert und finden so als Flächen Eingang in die Flächenbilanzierung. Für die Meeresflächen des Staatsgebiets sowie die der Ausschließlichen Wirtschaftszone wird eine gänzlich neue Flächenstruktur aufgebaut, die sich an der Landbedeckung und den Messflächen der Wasserrahmenrichtlinie orientiert.

Zweitens umschließt die Vorverarbeitung das Zerschneiden von Flächen des LBM-DE zur weiteren Ausdifferenzierung der Ökosysteme. So wird beispielsweise die Ökosystemklasse Auenwald durch die Verschneidung von Flächen mit Landbedeckung Laubwald und dem Copernicus-Datensatz der Uferzonen (Riparian Zones) ermittelt.

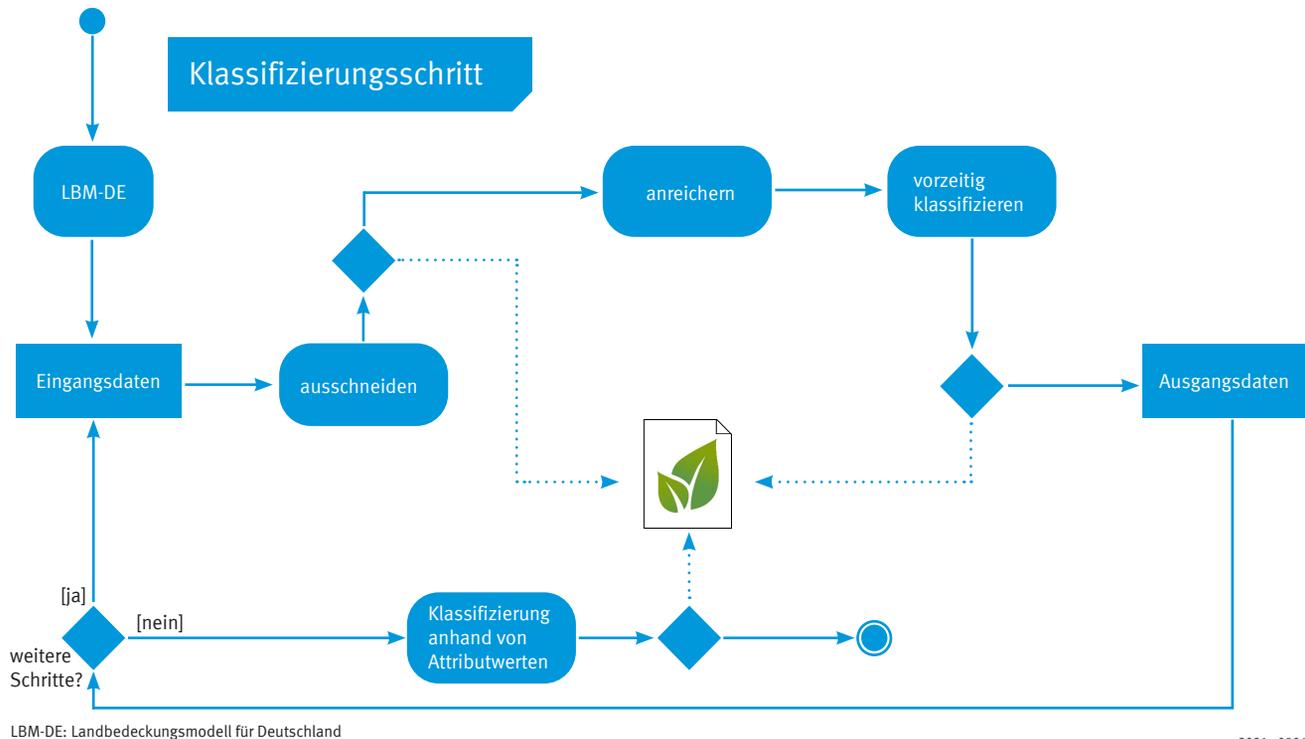
Drittens werden bestehende Geometrien aus dem LBM-DE mit Daten angereichert, ohne ihre Geometrie selbst zu verändern. Hierbei sind nur Prozesse zugelassen, die sich nicht auf die finale Fläche der Geometrie

stützen. So ist die räumliche Verbindung von Standgewässern aus dem LBM-DE mit der Gewässermorphologie der Seen aus der Wasserrahmenrichtlinie ein zulässiger Schritt, die Berechnung der mittleren Höhe über Normalhöhennull einer Geometrie jedoch nicht.

Nachdem alle Vorverarbeitungsschritte erfolgt sind, beginnt die eigentliche Klassifizierung und damit die Flächenbilanzierung der Ökosysteme. Zur Verarbeitung des umfangreichen Datenvolumens wird jedes Bundesland sowie die Nord- und Ostsee einschließlich der AWZ separat klassifiziert. Die Klassifizierung erfolgt durch eine Abfolge von Klassifizierungsschritten für jeweils eine oder mehrere Ökosystemklassen. Ausgehend von der initialen Arbeitsdatei, dem LBM-DE, werden in jedem Schritt bestimmte Flächen klassifiziert und aus der Arbeitsdatei ausgeschnitten. Die verbleibenden Flächen sind Datengrundlage für den nächsten Klassifizierungsschritt. [↘ Grafik 3](#) stellt die Struktur des Algorithmus zur Klassifizierung schematisch dar. Jeder Klassifizierungsschritt hat demnach folgenden Ablauf:

- › Zunächst können vollständig vorverarbeitete Ökosysteme aus der aktuellen Arbeitsdatei ausgeschnitten und der Ergebnisdatei zugespielt werden. Dabei ist auf die Einschränkung zu achten, dass nur Flächen, die in der Arbeitsdatei enthalten sind, Eingang in die Ergebnisdatei finden. So wird eine erneute Klassifizierung bereits endgültig klassifizierter Flächen verhindert.
- › Gibt es Verarbeitungsschritte, die für die Vorverarbeitung der Daten unzulässig sind, werden diese nun zur Verknüpfung von Informationen mit den aktualisierten Geometrien durchgeführt. Beispielsweise wird durch das Zuspieldes Digitalen Geländemodells durch zonale Statistik die mittlere Höhe über Normalhöhennull für jede Ökosystemfläche berechnet. Diese Information ermöglicht unter anderem, montane und subalpine Nadelwälder von sonstigen Nadelwäldern zu unterscheiden.
- › Ausgewählte Flächen werden anhand der Klassifizierungsmatrix einer Klasse zugeteilt. Anschließend wird die Arbeitsdatei aktualisiert und alle in diesem Schritt klassifizierten Flächen werden aus der Arbeitsdatei entfernt, um eine spätere erneute Klassifikation zu verhindern.

**Grafik 3**  
Ablauf des iterativen Klassifizierungsprozesses



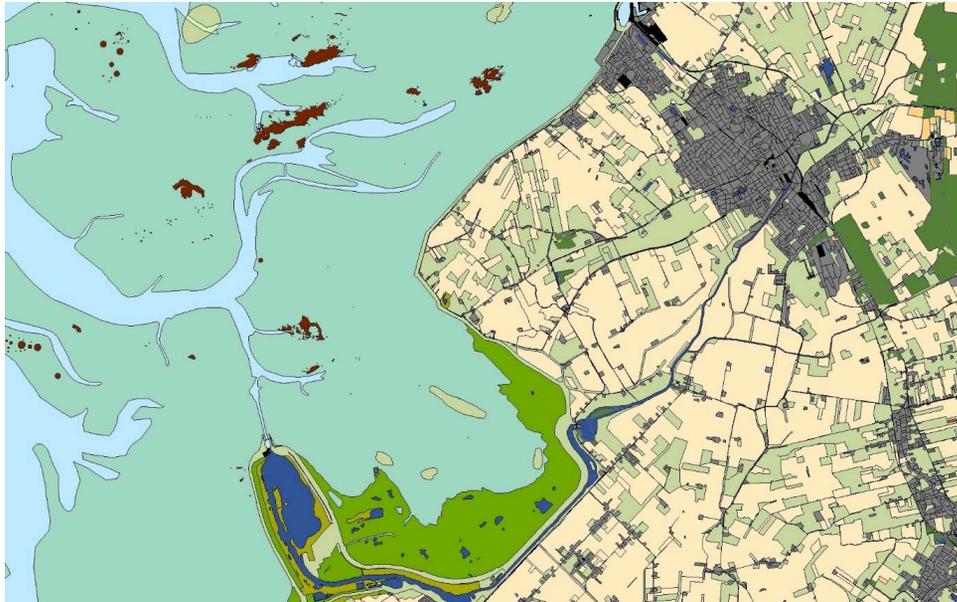
Abschließend bereinigt die Nachverarbeitung den errechneten Datensatz. Hierbei werden die Vollständigkeit und Eindeutigkeit der Klassifizierung kontrolliert und Geometrien repariert. Jede Ökosystemfläche und jedes zugeschaltete Attribut kann einem Vorprozessierungs- und einem Klassifikationsschritt zugeordnet werden. Diese Protokollierung ermöglicht darüber hinaus eine Rekonstruktion, welche Datengrundlage für welche Klassifizierung verantwortlich ist. Die Qualitätskontrolle der klassifizierten Ökosystemflächen erfolgt unter anderem durch stichprobenartige Kontrollen mit digitalen Orthofotos. Zuletzt werden die hochaufgelösten räumlichen Daten zur Erstellung der endgültigen Bilanzen und Karten auf verschiedene Verwaltungs- und Klassifizierungsebenen aggregiert.

↳ Grafik 4 zeigt am Beispiel der niedersächsischen Küste die Detailtiefe des Datensatzes, der der Flächenbilanzierung der Ökosysteme Deutschlands zugrunde liegt. Jede einzelne hier sichtbare Flächengeometrie ist einer Ökosystemklasse zugeteilt, enthält aber auch alle weiteren Informationen, die in diesen Prozess eingeflossen sind. Die Genauigkeit der Flächenbilanzierung

ermöglicht es, Daten und Werte aus den nachfolgenden Bilanzierungen flächenscharf zuzuweisen. Dies eröffnet Entscheidungsträgern in Politik und Gesellschaft in Zukunft die Möglichkeit, den Zustand und die Leistungsfähigkeit der einzelnen Ökosystemflächen effektiv zu berücksichtigen.

#### Grafik 4

Detailtiefe des errechneten Datensatzes zur Flächenbilanzierung der Ökosysteme



Die einzelnen Datenquellen zur Flächenbilanzierung der Ökosysteme sind im Aufsatz in Übersicht 1 aufgeführt.

2021 - 0505

## 5

### Ergebnisse der Flächenbilanzierung

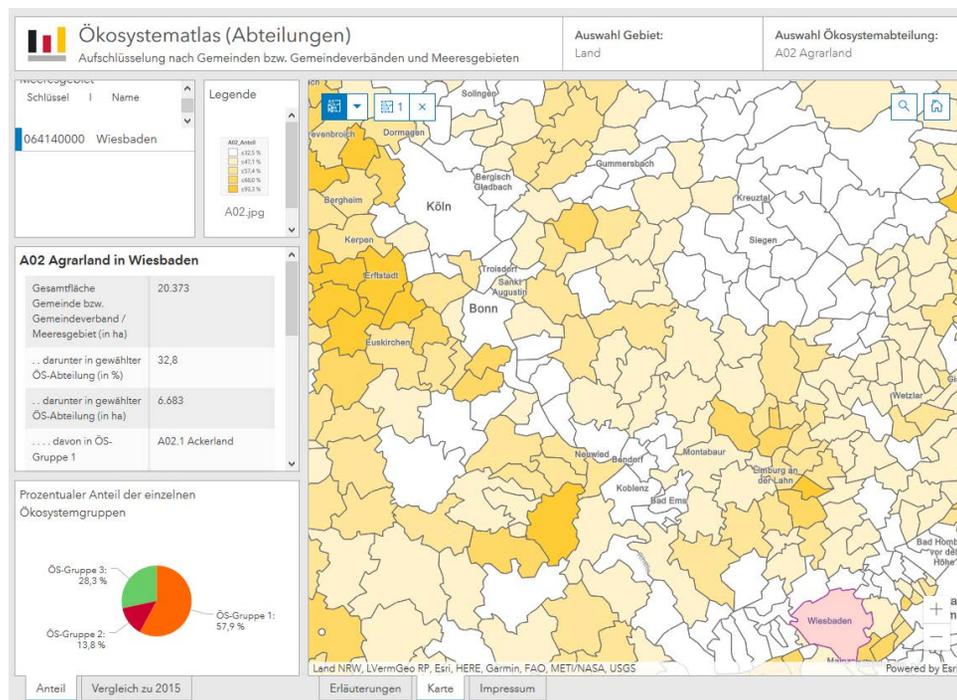
Der neue [Ökosystematlas](#) visualisiert die Resultate der Flächenbilanzierung in interaktiven Online-Karten. Nutzerinnen und Nutzer können dort auf Ebene der Gemeinden beziehungsweise Gemeindeverbände<sup>4</sup> (im weiteren Text: Gemeindeverband) die Verteilung der Ökosysteme deutschlandweit auf Ökosystemabteilungs- und -gruppenebene erkunden. Über das interaktive Dashboard können für jeden Gemeindeverband auch Flächendaten und -grafiken auf der detailreicheren nächsten Hierarchieebene, das heißt für Ökosystemgruppen und -klassen, aufgerufen werden. [Grafik 5](#) zeigt einen Screenshot des digitalen Ökosystematlas für das Beispiel „Agrarland“. Gemeindeverbände sind gemäß dem Anteil des Agrarlands an der Gesamtfläche eingefärbt. Bei Auswahl eines bestimmten Gemeindeverbands zeigt das Dashboard, wie sich dieses Agrarland in der entsprechenden Verwaltungseinheit auf „Ackerland“, „Dauerkulturen“, „Grünland“ und „Feldhecken“ verteilt.

<sup>4</sup> Für Hinweise zur Gliederung der Gemeinden beziehungsweise der Gemeindeverbände siehe <https://sg.geodatenzentrum.de>; der Ausweis erfolgt auf Basis der Verwaltungsgliederung Stand 2018.

Die gesammelten Ergebnisse der Flächenbilanzierung werden zusätzlich auch in Bilanzen, dem eigentlichen Kern des Berichtssystems, veröffentlicht. Dies geschieht auf verschiedenen administrativen Aggregationsebenen, also separat für Deutschland insgesamt, die Bundesländer- und Gemeindeverbandsebene, für Nord- und Ostsee sowie für die AWZ. [Tabelle 1](#) zeigt die bundesweite Flächenbilanz der Ökosysteme 2015 bis 2018 auf Ökosystemabteilungs- und -gruppenebene einschließlich der Ausweisung von Veränderungen und stabilem Bestand. Die Ökosystemabteilungen „Agrarland“ (50%) und „Wälder und Gehölz“ (30%) dominieren das terrestrische Landschaftsbild Deutschlands. Beim Agrarland liegen die flächenhaften Abnahmen prozentual für den Zeitraum von 2015 bis einschließlich 2018 bei 0,2% des Anfangsbestands und stellen damit abteilungsübergreifend die größte Abnahme dar. Der größte Flächenzuwachs ist mit 0,9% für den Zeitraum von 2015 bis einschließlich 2018 in der Abteilung „Siedlungsflächen und Verkehrsinfrastruktur“ wiederzufinden. Einen Flächenzuwachs von jeweils 0,2% haben die Abteilungen „Semi-natürliches Offenland“ und „Binnengewässer“ erfahren. In den Abteilungen „Wälder und Gehölz“ und „Meeresgewässer“ finden sich keine nennenswerten Flächenveränderungen hin zu anderen Abteilungen.

**Grafik 5**

Screenshot des digitalen Ökosystematlas am Beispiel der Abteilung A02 Agrarland



Quellen: Statistisches Bundesamt, GDI-TH, Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS

2021 - 0506

**Tabelle 1**

Flächenbilanz der Ökosysteme und deren Veränderung zwischen 2015 und 2018 auf Abteilungsebene

	Ökosystem- abschnitt A Terrestrischer Bereich	Ökosystemabteilungen				Ökosystem- abschnitt B Gewässer	Ökosystemabteilungen	
		A01 Siedlungs- flächen und Verkehrs- infrastruktur	A02 Agrarland	A03 Wälder und Gehölz	A04 Semi- natürliches Offenland		B01 Binnen- gewässer	B02 Meeres- gewässer
		ha						
Anfangsbestand (2015)	35 144 810	4 005 247	19 037 976	11 578 218	523 369	2 994 762	609 277	2 385 485
Zunahme	1 783	44 999	9 412	4 987	4 329	2 460	2 434	45
Abnahme	2 460	8 606	41 866	10 560	3 372	1 783	1 475	328
Zunahme + Abnahme (= Turnover)	4 243	53 605	51 279	15 547	7 700	4 243	3 910	373
Stabiler Bestand								
Anfangsbestand – Abnahme	35 142 350	3 996 641	18 996 109	11 567 658	519 998	2 992 979	607 802	2 385 157
in % des Anfangsbestands	100,0	99,8	99,8	99,9	99,4	99,9	99,8	100,0
Nettoveränderung <sup>1</sup>								
Zunahme – Abnahme	- 677	36 393	- 32 454	- 5 573	957	677	959	- 282
in % des Anfangsbestands	0,0	0,9	- 0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
< Mindestgröße	- 3 667	4 756	- 4 006	- 3 778	- 639	3 671	3 667	4
Endbestand (2018)	35 140 466	4 046 396	19 001 515	11 568 867	523 688	2 999 109	613 903	2 385 207

<sup>1</sup> Ziel der Ausweisung der Nettoveränderung ist die Erfassung von realen Veränderungen. Deshalb werden Veränderungen unter einer Mindestgröße (bezogen auf Fläche und Kompaktheit) in der Zeile „< Mindestgröße“ gesammelt ausgewiesen und als technische Ungenauigkeit der Geodatenanalyse interpretiert. Flächen beziehen sich auf das deutsche Staatsgebiet (ohne deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone in Nord- und Ostsee).

Ein Blick darauf, welche Flächen von einer Ökosystemklasse in eine andere übergehen und in welchem Ausmaß dies geschieht, lohnt sich. Je länger die Zeitreihe der Flächenbilanzierung, desto eher lassen sich für diese Transformationen Trends abschätzen. [↘ Grafik 6](#) verdeutlicht die Veränderungsströme zwischen Ökosystemgruppen in den Jahren 2015 und 2018. So gab es beispielsweise großflächige Veränderungen von den Gruppen „Ackerland“ und „Wiesen und Weiden“ hin zu „Siedlungsflächen mit niedriger Baudichte“ sowie „Abbauflächen, Deponien und Baustellen“. Demnach fand der Ausbau von „Siedlungsflächen mit niedriger Baudichte“ vornehmlich auf Flächen der Ökosystemgruppen „Ackerland“ und „Wiesen und Weiden“ statt. Große Veränderungen in beide Richtungen gibt es zwischen Nadel-, Laub- und Mischwäldern einerseits und Wald-Strauch-Übergangsflächen andererseits. Inwiefern auch kleine flächenhafte Veränderungen bestimmter Ökosysteme Auswirkungen auf die Leistungsbilanzen dieser haben und inwiefern sich dies in den charakteristischen Ökosystemvariablen der Zustandsbilanzierung widerspiegelt, werden die nachfolgenden Bilanzen zeigen. Die detaillierten Flächenbilanzen der Ökosysteme,

disaggregiert bis auf Klassenebene, stehen online in einem Tabellenband auf der [Themenseite „Ökosystem-gesamtrechnungen“](#) zur Verfügung.

## 6

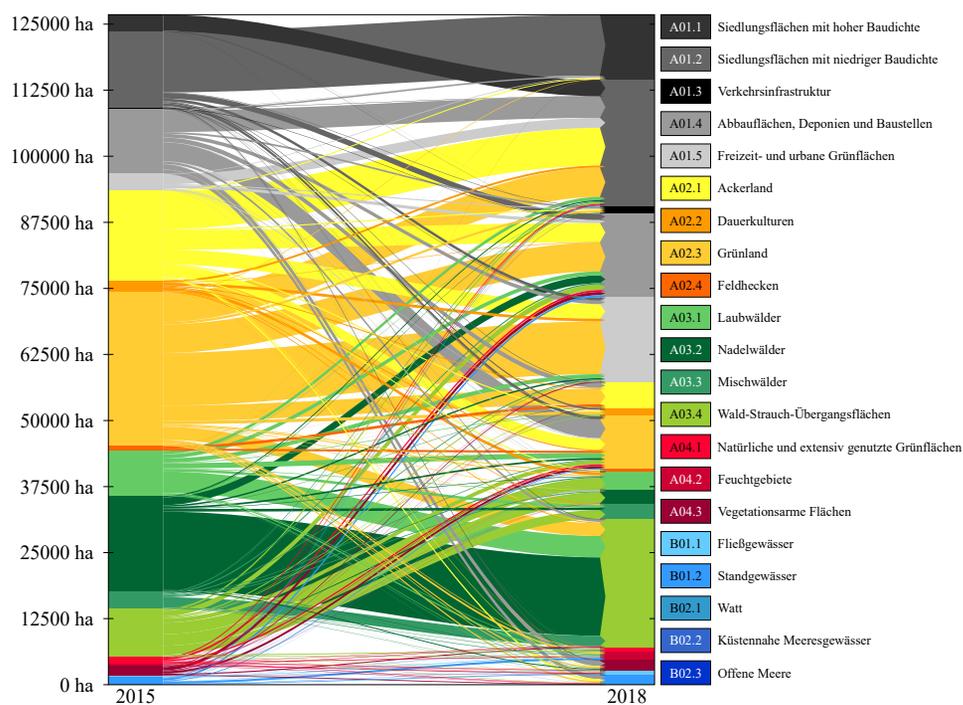
### Fazit und Ausblick

Die Flächenbilanzierung der Ökosysteme baut auf vorherigen Forschungsarbeiten auf (Grunewald und andere, 2020). Sie ist der erste Schritt hin zu einer statistischen Erfassung von Ökosystemleistungen und schafft dadurch erheblichen Mehrwert für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Erstmals werden die Funktionen der Ökosysteme und damit deren Leistungen für Gesellschaft und Wirtschaft, die über eine Entnahme und Abgabe von Materialflüssen an die Umwelt hinausgehen, explizit räumlich erfasst.

Der hohe Detailgrad macht die Vielfalt der Ökosysteme in Deutschland deutlich und räumlich greifbar. Die Flächenbilanzierung kann somit dazu beitragen, politische

**Grafik 6**

Sankey-Diagramm der Flächenveränderungen auf Ebene der Ökosystemgruppen



2021 - 0507

Maßnahmen zielgenauer zu gestalten. Einige der erfassten Ökosystemklassen besitzen Alleinstellungsmerkmale, die nicht nur hinsichtlich der aktuellen Datenlage, sondern auch in Bezug auf künftige Analysen einen echten Mehrwert bieten. So sind erstmals bundesweit Aussagen zur Flächenbilanzierung von Streuobstwiesen sowie Auen- und Moorwäldern möglich.

Die Flächenbilanz der Ökosysteme ist konsistent mit dem internationalen Rahmenwerk SEEA EA und die Klassifikation kann in internationale Typisierungen überführt werden; dies ermöglicht länderübergreifende Vergleiche. Somit lassen sich auch künftige Berichtspflichten, beispielsweise gegenüber der EU, erfüllen.

Des Weiteren liefert die Flächenbilanzierung die Berechnungsgrundlage der Ökosystemzustands- und -leistungsbilanzierung, die die Ökosystemgesamtrechnungen vervollständigen. Beispielsweise bietet die Verbindung zwischen Bodenversiegelung und Gebäudevolumen innerhalb der Flächenbilanzierung Grundlagen zur Errechnung von Ökosystemleistungen wie lokaler Klimaregulierung. Um besser verstehen zu können, wie und warum Flächen über die Zeit von einer Ökosystemklasse in eine andere wechseln und was dies für ihre Ökosystemleistungen bedeutet, bedarf es im nächsten Arbeitsschritt der Erstellung der Zustandsbilanzierung. Die Arbeiten dazu haben in der zweiten Jahreshälfte 2021 begonnen mit einem Konzept zur Erfassung von Variablen, die die entscheidenden und spezifischen Charakteristiken der Ökosysteme bestmöglich abbilden. Durch ein Monitoring dieser Variablen kann ermittelt werden, warum bestimmte Ökosystemleistungen in ihrer Bilanz sinken, steigen oder auf gleichem Niveau verbleiben. Die Zustandsbilanzierung für die Bezugsjahre 2015 und 2018 wird Anfang 2023 fertiggestellt. Den wichtigsten Teil der Ökosystemgesamtrechnungen bilden zum Abschluss die Ermittlung der physischen Ökosystemleistungen und ihre monetäre Bewertung. Der Aufbau der Ökosystemgesamtrechnungen innerhalb der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen gilt als fortlaufendes Produkt. 

## LITERATURVERZEICHNIS

---

Bellinghen, Marius/Felgendreher, Simon/Oehrlein, Johannes/Schürz, Simon. *Methode der Flächenbilanzierung der Ökosysteme 2021*. Statistisches Bundesamt (Herausgeber). Umweltökonomische Gesamtrechnungen. [Zugriff am 11. November 2021]. Verfügbar unter: [www.destatis.de](http://www.destatis.de)

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG). *Landbedeckungsmodell für Deutschland (LBM-DE)*. 2021. [Zugriff am 11. November 2021]. Verfügbar unter: [www.bkg.bund.de](http://www.bkg.bund.de)

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI). *Maritime Raumordnung – Neuer Raumordnungsplan für die AWZ*. 2021. [Zugriff am 22. November 2021]. Verfügbar unter: [www.bmi.bund.de](http://www.bmi.bund.de)

Grunewald, Karsten/Schweppe-Kraft, Burkhard/Syrbe, Ralf-Uwe/Meier, Sophie/Krüger, Tobias/Schorcht, Martin/Walz, Ulrich. *Hierarchical classification system of Germany's ecosystems as basis for an ecosystem accounting – methods and first results*. In: One Ecosystem 5: e50648. 2020. DOI: [doi.org/10.3897/oneeco.5.e50648](https://doi.org/10.3897/oneeco.5.e50648)

Schubert, Philipp R./Hukriede, Wolfgang/Karez, Rolf/Reusch, Thorsten B. H. *Mapping and modeling eelgrass *Zostera marina* distribution in the western Baltic Sea*. In: Marine Ecology Progress Series. Volume 522. 2015. Seite 79 ff. DOI: [doi.org/10.3354/meps11133](https://doi.org/10.3354/meps11133)

SEEA Ecosystem Accounting Technical Committee. *System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting (SEEA-EA)*. 2021. [Zugriff am 15. November 2021]. Verfügbar unter: [seea.un.org](http://seea.un.org)

**Herausgeber**  
Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden

---

**Schriftleitung**  
Dr. Daniel Vorgrimler  
Redaktion: Ellen Römer

---

**Ihr Kontakt zu uns**  
[www.destatis.de/kontakt](http://www.destatis.de/kontakt)

---

**Erscheinungsfolge**  
zweimonatlich, erschienen im Dezember 2021  
Ältere Ausgaben finden Sie unter [www.destatis.de](http://www.destatis.de) sowie in der [Statistischen Bibliothek](#).

---

Artikelnummer: 1010200-21006-4, ISSN 1619-2907

---

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2021  
Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.