

TEXTE

23/2024

Teilbericht

Übersicht über Indikatoren in der bodenbezogenen Berichterstattung Deutschlands und der EU

von:

Mareike Wolf, Konstanze Schönthaler, Can Ölmez
Bosch & Partner GmbH, München

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 23/2024

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

Forschungskennzahl 3722 74 201 0
FB001408

Teilbericht

Übersicht über Indikatoren in der bodenbe- zogenen Berichterstattung Deutschlands und der EU

von

Mareike Wolf, Konstanze Schönthaler, Can Ölmez
Bosch & Partner GmbH, München

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

Durchführung der Studie:

Bosch & Partner GmbH
Pettenkoferstraße 24
80336 München

Abschlussdatum:

Oktober 2023

Redaktion:

Fachgebiet II 2.7 „Bodenzustand, Bodenmonitoring“
Jeannette Mathews, Marc Marx
Das Vorwort und das Kapitel 3.3 wurden vom UBA erstellt.

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen*Autoren.

Kurzbeschreibung: Übersicht über Indikatoren in der boden-bezogenen Berichterstattung Deutschlands und der EU

Die Gesundheit unserer Böden ist ein wichtiges politisches Ziel, das in viele Politikbereiche ausstrahlt. Daher ist es von besonderer Bedeutung, dass zum Bodenzustand und zur Erreichung der mit ihm in Bezug stehenden politischen Zielsetzungen berichtet werden kann.

Dieser Teilbericht bietet eine Zusammenstellung der Indikatoren, mit denen bundesweit, in den einzelnen Bundesländern oder auch international zum Bodenzustand beziehungsweise zur Bodengesundheit berichtet wird. Darüber hinaus dokumentiert er in Konzeption befindliche Indikatoren und Indikatorideen. Außerdem gibt der Bericht einen Überblick über die bodenbezogenen politischen Ziele in fachlich verwandten Strategiepapieren der Bundesrepublik Deutschland und der EU. Im Rahmen einer Lückenanalyse wurden die recherchierten Indikatoren den bodenbezogenen politischen Zielen zugeordnet. Hintergrund war die Frage, zu welchen bodenbezogenen politischen Zielen bisher noch nicht mit den vorhandenen Indikatoren berichtet werden kann, wo weiterer Informationsbedarf besteht und wie Ansätze aussehen könnten, die Lücken zu füllen.

Abstract: Overview of indicators in soil-related reporting in Germany and the EU

The health of our soils is an important political aim that spills over into many political areas. Therefore, it is of particular importance to be able to report on soil conditions and the achievement of policy objectives related to it.

This report provides a compilation of indicators used to report on soil conditions and soil health at national, state and international levels. In addition, it documents indicators that are currently being developed and indicator ideas already published. Furthermore, the report provides an overview of the soil-related policy objectives in thematically related strategy papers of the Federal Republic of Germany and the EU. The researched indicators were assigned to the soil-related policy objectives for a gap analysis. The aim was to raise the following questions: Which soil-related policy objectives could not yet be reported on with the existing indicators? Where is a need for further information and what approaches could be taken to fill the gaps?

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
Verzeichnis der verwendeten Einheiten	13
1 Einleitung.....	14
2 Zentrale Begriffsbestimmungen.....	16
3 Bodenbezogene Indikatoren	18
3.1 Auswahl und Präsentation der bodenbezogenen Indikatoren	18
3.2 Mit welchen Indikatoren wird in Deutschland und international zu bodenbezogenen Themen berichtet?.....	26
3.3 Aktuelle Projekte und Aktivitäten zur Entwicklung neuer bodenbezogener Indikatoren auf nationaler und auf EU-Ebene.....	30
4 Informationsbedarf im Hinblick auf bodenbezogene politische Ziele	39
4.1 Zusammenstellung der bodenbezogenen politischen Ziele in fachlich relevanten Strategiepapieren.....	39
4.2 Zusammenstellung des bestehenden Informationsbedarfs im Hinblick auf die politischen Ziele.....	43
5 Quellenverzeichnis	61
A Anhang zu den bodenbezogenen Indikatoren	69
A.1 Überblick über die recherchierten Indikatoren	69
A.2 Indikator-Steckbriefe	90
B Anhang zu den bodenbezogenen politischen Zielen.....	157
B.1 Gesamtüberblick über die in den einzelnen Strategiepapieren formulierten bodenbezogenen politischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland und der EU.....	157
B.2 Zusammengefasste und geclusterte bodenbezogene politische Ziele	179

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über die berücksichtigten Monitoringberichte und Indikatorensysteme	18
Tabelle 2:	Themenfelder der Indikatorsammlung	22
Tabelle 3:	Vorlage für Indikator-Steckbrief	24
Tabelle 4:	Liste der recherchierten Indikatoren und Indikatorideen	26
Tabelle 5:	Anzahl der zusammengetragenen Indikatoren und Indikatorideen je Themenfeld	28
Tabelle 6:	Überblick über die gesichteten Strategiepapiere.....	39
Tabelle 7:	Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den themenfeldübergreifenden politischen Zielen (TÜ)	45
Tabelle 8:	Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Bodenwasserhaushalt (BW)	47
Tabelle 9:	Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Bodstoffhaushalt (BS)	49
Tabelle 10:	Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Bodenstruktur (BU)	53
Tabelle 11:	Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Bodenbiodiversität (BB).....	55
Tabelle 12:	Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Landnutzung (LN)	57
Tabelle 13:	Überblick zu Indikatoren und Indikatorideen.....	69
Tabelle 14:	Überblick über die in den einzelnen Strategiepapieren formulierten bodenbezogenen politischen Zielen der Bundesrepublik Deutschland und der EU (Einzelziele).....	157
Tabelle 15:	Zusammengefasste und geclusterte bodenbezogene politische Ziele	179

Abkürzungsverzeichnis

8th EAP	8th Environment Action Programme der EU (deutsch: 8. Umweltaktionsprogramm der EU)
§	Paragraph
ABAG	Allgemeinen Bodenabtragsgleichung
Abs.	Absatz
AG	Arbeitsgruppe
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
AMBAV	Agrarmeteorologische Berechnung der aktuellen Verdunstung
AMF	arbuskulären Mykorrhizapilze
ANK	Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (der Bundesregierung)
AP	Arbeitspaket
As	Arsen
AUI	Agrarumweltindikatoren der EU
BB	Bodenbiodiversität
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im BBR
BBZE-Wald	Biologische Bodenzustandserhebung im Wald
Bc/Al	Verhältnis von Aluminium zu Basen-Kationen
BDF	Bodendauerbeobachtungsflächen (mit BDF I: Boden-Dauerbeobachtungsflächen vom Typ 1, Basismessfläche und BDF II: Boden-Dauerbeobachtungsflächen vom Typ 2, Intensivmessfläche)
BEK	Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm
BENCHMARKS	Building a European Network for the Characterisation and Harmonisation of Monitoring Approaches for Research and Knowledge on Soils
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BLAG	Bund-Länder-Arbeitsgruppe
BLAG KliNa	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung

BOKU	Universität für Bodenkultur in Wien
BonaRes	Förderinitiative „Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie“
BS	Bodenstoffhaushalt
BT	Bodenwärmehaushalt
BU	Bodenstruktur
BW	Bodenwasserhaushalt
BZE LW	Bodenzustandserhebung Landwirtschaft
BZE Wald	Bodenzustandserhebung im Wald (mit BZE I: Bodenzustandserhebung des Jahres 1993 und BZE II: Bodenzustandserhebung des Jahres 2006)
bzw.	beziehungsweise
C-Sequestrierung	Kohlenstoff-Sequestrierung
C_{org}	organischer Kohlenstoff
Ca²⁺	Calcium
Cd	Cadmium
CLMS	Copernicus Land Monitoring Service
Co	Cobalt
CO₂	Kohlendioxid
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Destatis	Statistisches Bundesamt
DirektZahlDurchfV	Verordnung zur Durchführung der Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DPSIR	Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses (deutsch: Treiber, Belastungen, Zustand, Auswirkung, Reaktion)
Dr.	Doktor*in
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEA	European Environment Agency / Europäische Umweltagentur
EJP SOIL	European Joint Programme Soil
ENVASSO	ENVironmental ASsessment of Soil for mOnitoring
ETC DI	European Topic Centre on Data Integration and Digitalisation
etc.	et cetera (deutsch: und so weiter)
EU	Europäische Union
EU Soil Mission	EU Mission Board for Soil Health and Food
Eurostat	Statistical Office of the European Union
EUSO	EU Soil Observatory
EZ	Entwicklungszusammenarbeit
FAKT	Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (deutsch: Welternährungsorganisation)
FFK	Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum (Thüringen)
FIS AG	Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle
FSC	Forest Stewardship Council
FU	Freie Universität Berlin
FUA	functional urban areas (deutsch: funktionale städtische Gebiete)
FZ Jülich	Forschungszentrum Jülich
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik [der Europäischen Union]
GFZ	GeoForschungsZentrum
ggf.	gegebenenfalls
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GLÖZ	Guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand
GRACE	Gravity Recovery and Climate Experiment
GRACE-FO	Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On
GravIS	Gravity Information Service
GWS	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH
Hg	Quecksilber
HLNUG	Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Hrsg.	Herausgeber*in
HZ	Handlungsziel
ICOS	Integrated Carbon Observation System
IMPAKT	Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen
inkl.	inklusive
IÖR	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
ISDC	Information System and Data Center
ISO	International Organization for Standardization (deutsch: Internationale Organisation für Normung)
ISU	Informationssystem Stadt und Umwelt
JKI	Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
JRC	Joint Research Centre (der Europäischen Kommission; deutsch: Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission)
K⁺	Kalium
k. A.	keine Angabe
LAU	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
LDN	Landdegradationsneutralität
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LfU	Landesamt für Umwelt Brandenburg
LiKi	Länderinitiative Kernindikatoren

LN	Landnutzung
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
LULUCF	Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft
MAES	Mapping Europe's ecosystems
MEKA	Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich
Mg²⁺	Magnesium
Mio.	Millionen
MoMoK	Moorbodenmonitoring für den Klimaschutz
MonViA	Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften
Mrd.	Milliarden
MRKO	Ministerkonferenz für Raumordnung
MULE	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt
N	Stickstoff
N_t	Gesamtstickstoff
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NBS	Deutsche Strategie zur biologischen Vielfalt
nFK	Nutzbare Feldkapazität
NH₃	Ammoniak
Ni	Nickel
NMZ Boden	Nationales Bodenmonitoring-Zentrum im Umweltbundesamt
NO₃	Nitrat
Nr.	Nummer
NRW	Nordrhein-Westfalen
NW-FVA	Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
o. Ä.	oder Ähnliches
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (deutsch: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
Pb	Blei
PCR	polymerase chain reaction (deutsch: Polymerase-Kettenreaktion)
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes
PMEF	Performance monitoring and evaluation framework
Prof.	Professor*in
PSM	Pflanzenschutzmittel
POP	Persistente organische Schadstoffe
PWP	Permanenter Welkepunkt
QZ	Qualitätsziel
RADKLIM	Erstellung einer dekadischen radargestützten hochauflösenden Niederschlagsklimatologie für Deutschland zur Auswertung der rezenten Änderung des Extremverhaltens von Niederschlag (Kurztitel: „Radarklimatologie“)

S.	Seite
Sb	Antimon
SDG	Sustainable development goals (deutsch: Nachhaltigkeitsziele der UN)
SenStadtUm	Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt
SenUMVK	Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (Berlin)
SMART	specific, measurable, achievable, reasonable, timed (deutsch: spezifisch, messbar, erreichbar, angemessen, terminiert)
SOC	Soil organic carbon (deutsch: organischer Kohlenstoff im Boden)
SOP	Standard Operating Procedure
SSM	Sustainable Soil Management
SSV	Soil screening values
StrÖff	Strategie der Bundesregierung zur vorbildlichen Berücksichtigung von Biodiversitätsbelangen für alle Flächen des Bundes
SuV	Siedlungs- und Verkehrsfläche
TERENO	Terrestrial Environmental Observatories
TI	Johann Heinrich von Thünen-Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (mit TI WO: Thünen-Institut für Waldökosysteme)
Tl	Thallium
TMUEN	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
TÜ	themenfeldübergreifend
TUM	Technische Universität München
u. a.	unter anderem
UAA	Utilised agriculture area (deutsch: landwirtschaftlich genutzte Fläche)
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UN	United Nations (deutsch: Vereinte Nationen)
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification (deutsch: Konvention der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Desertifikation)
UNSD	United Nations Statistics Division
URL	Uniform Resource Locator (deutsch: einheitlicher Ressourcenzeiger)
USA	United States of America (deutsch: Vereinigte Staaten von Amerika)
V	Vanadium
v. a.	vor allem
z. B.	zum Beispiel
ZALF	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
Zn	Zink

Verzeichnis der verwendeten Einheiten

Der besseren Lesbarkeit wegen (insbesondere in den Tabellen) werden Einheiten in diesem Bericht immer abgekürzt. Die Abkürzungen sind im Folgenden erläutert.

°C	Grad Celsius
%	Prozent
a	Jahr(e)
Bq/kg TM	Becquerel pro Kilogramm Trockenmasse
cm	Zentimeter
d	Tag(e)
dm³	Kubikdezimeter
dS/m	Dezi-Siemens pro Meter
g	Gramm
g/cm³	Gramm pro Kubikzentimeter
g/kg	Gramm pro Kilogramm
gC/kg	Gramm organischer Kohlenstoff pro Kilogramm Boden
gCO₂/m²*d	Gramm Kohlendioxid pro Quadratmeter und Tag
ha	Hektar
ha/d	Hektar pro Tag
kg	Kilogramm
kg/dm³	Kilogramm pro Kubikdezimeter
kg/ha*a	Kilogramm pro Hektar und Jahr
Kilo-Eq	Kilogramm-Äquivalente
Kilo-Eq/ha*a	Kilogramm-Äquivalente pro Hektar und Jahr
km²	Quadratkilometer
m	Meter
m²	Quadratmeter
m³	Kubikmeter
m²/E	Quadratmeter pro Einwohner*in
m²/E*a	Quadratmeter pro Einwohner*in und Jahr
mg	Milligramm
mg/kg	Milligramm pro Kilogramm
µg/kg	Mikrogramm pro Kilogramm
mm³O₂/g*hr	Kubikmillimeter Sauerstoff pro Gramm und Stunde
Mt	Megatonne(n)
t	Tonne(n)
t/ha	Tonne(n) pro Hektar
t/ha*a	Tonne(n) pro Hektar und Jahr
Vol.-%	Volumenprozent

1 Einleitung

Die Europäische Union (EU) setzt mit zahlreichen aktuellen und bevorstehenden politischen Initiativen einen Schwerpunkt auf den Bodenschutz und die Bodengesundheit. So ist in der am 17. November 2021 veröffentlichten EU-Bodenstrategie für 2030 die Vision verankert, dass sich bis 2050 alle Bodenökosysteme in einem gesunden Zustand befinden (Europäische Kommission 2021a; S. 3). Das Erreichen dieser Vision ist nur möglich, wenn entsprechende Strategien erarbeitet werden und deren Umsetzung überwacht wird. Dazu sind Indikatoren erforderlich, mit denen sich der Bodenzustand und seine Veränderungen mit Blick auf die Bodengesundheit im zeitlichen Kontext beschreiben und bewerten lassen. Meilensteine auf dem Weg hin zu gesunden Böden können so abgebildet, passende Maßnahmen zur Zielerreichung (weiter-)entwickelt und der Erfolg von Bodenschutzmaßnahmen kontrolliert werden. Im Juli 2023 hat die Europäische Kommission einen Entwurf für ein Soil Monitoring Law¹ veröffentlicht (European Commission 2023c). Dieser beschreibt einen Rahmen für ein Monitoring zur Bodengesundheit und schlägt zu erhebende Parameter und auszuarbeitende Indikatoren (im Entwurf „soil descriptors“ genannt) vor.

Auf nationaler und EU-Ebene rücken die bodenbezogenen Indikatoren verstärkt in den Fokus der politischen Arbeit, wenn es um Boden-, Klima- und Naturschutz sowie um den Schutz der biologischen Vielfalt geht. So verdeutlichte beispielsweise der Bundesrat in seinem Beschluss „Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie – Weiterentwicklung 2021“ (Bundesrat 2021), dass für die Umsetzung bodenbezogener Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie ein geeignetes Set an Indikatoren entwickelt werden muss, welches die Beschreibung von Veränderungen der Bodennutzung und des Bodenzustands unterstützt. Für das Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) wird weiterhin an der Ausarbeitung von Indikatoren gearbeitet, da es nach wie vor im Handlungsfeld Boden wichtige klimawandelrelevante Themenfelder gibt, die sich noch nicht mit bundesweiten Daten abbilden lassen. Andere Initiativen zur Entwicklung bodenbezogener Indikatoren sind beispielsweise die Aktivitäten der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) zur Ausarbeitung eines neuen Wirkungsindikators für den internationalen Bodenschutz, die Arbeiten und Projekte, die mit der Förderinitiative „Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie“ (BonaRes) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) in Zusammenhang stehen, sowie auf europäischer Ebene das transdisziplinäre Projekt BENCHMARKS².

Auch wenn, wie diese Beispiele zeigen, der Bedarf an neuen oder zusätzlichen Indikatoren für die nationale und internationale Berichterstattung zu bodenbezogenen Themen groß ist, gibt es bereits eine Reihe von etablierten Indikatoren, die in verschiedenen Berichtsformaten zu Bodenthemen auf EU-, Bundes- und Länderebene verankert sind. Bisher fehlte jedoch eine systematisch zusammengestellte Übersicht über die in Deutschland und der EU etablierten bodenbezogenen Indikatoren sowie über die damit in Verbindung stehenden Aktivitäten und Initiativen zu deren Neu- und Weiterentwicklung. Hier setzt der vorliegende Sachstandsbericht an. Für ihn wurden die etablierten bodenbezogenen Indikatoren zusammengetragen und mithilfe von Steckbriefen im Detail beschrieben. Zudem wurde recherchiert, inwieweit Arbeiten zur Neu- und Weiterentwicklung von Bodenindikatoren für bestehende Monitoringsysteme initiiert worden sind. Dabei stützt sich die Recherche auf zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung vorliegende Veröffentlichungen. Der Sachstandsbericht spiegelt den Stand von April 2023 wider. Nachfol-

¹ Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law)

² Building a European Network for the Characterisation and Harmonisation of Monitoring Approaches for Research and Knowledge on Soils: <https://soilhealthbenchmarks.eu/>

gend wurde er um Ausführungen aus dem im Juli 2023 von der Europäischen Kommission veröffentlichten Entwurf zum Soil Monitoring Law ergänzt. Er entstand im Rahmen des UBA-Forschungsprojekts „Ausbau und Weiterentwicklung bodenbezogener Indikatoren für die nationale und EU-weite Berichterstattung zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz“, FKZ 3722 74 201 0. Das Projekt wird mit Forschungsmitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) finanziert und endet im September 2024.

Anliegen des UBA ist es, mit dem Bericht Akteure, die Monitoringsysteme entwickeln und betreuen, mit einem Überblick über den aktuellen Stand zu Bodenindikatoren und Indikatorideen zu unterstützen. Insbesondere die Zusammenstellung der in Konzeption befindlichen Indikatoren kann mögliche Synergien aufzeigen. Darüber hinaus soll das vorliegende Dokument die in den kommenden Jahren erforderlichen Aktivitäten des Bundes zur Berichterstattung zum Boden unterstützen. Initiativen zur Entwicklung und Umsetzung neuer Bodenindikatoren können gezielter geplant und besser koordiniert werden. Der Bericht kann darüber hinaus auch ein Ausgangspunkt sein, um die erforderliche breite Fachdiskussion von Bund, Ländern und Forschungseinrichtungen zur Etablierung neuer und zur Vereinheitlichung bestehender Mess- und Beobachtungsprogramme zu führen. Die aus den Programmen resultierenden Daten sind maßgeblich, um vorhandene Indikatoren mit weiteren Bodendaten zu untersetzen und neue Indikatoren zu generieren. Somit liefert der Sachstandsbericht weiterhin wichtige Ansatzpunkte für die Arbeit des aktuell im Aufbau befindlichen Nationalen Bodenmonitoringzentrums im UBA.

Im Mittelpunkt der Arbeiten für den Bericht standen die folgenden Fragestellungen:

- ▶ Mit welchen Indikatoren wird regelmäßig zum Bodenzustand und seinen Veränderungen in Deutschland und der EU berichtet?
- ▶ Kann mit den etablierten Indikatoren über die Erreichung der bodenbezogenen Politikziele auf nationaler und EU-Ebene vollumfänglich berichtet werden? Ergeben sich aus den in den Strategiepapieren formulierten Zielen Informationsbedarfe, die noch nicht mit Bodendaten im erforderlichen Maß bedient werden können? Was können Ansatzpunkte für die weiteren Arbeiten zur Indikatorentwicklung sein?

Um die oben aufgeführten Fragen zu beantworten, wird im vorliegenden Bericht zunächst begrifflich der Rahmen der vorliegenden Analyse abgesteckt (Kapitel 2). Kapitel 3 beschreibt den aktuellen Sachstand zu den bodenbezogenen Indikatoren und in Kapitel 4 werden die Indikatoren den bodenbezogenen Zielen Deutschlands und der EU zugeordnet, noch bestehender Informationsbedarf identifiziert und erste Ansatzpunkte für die weiteren Arbeiten beschrieben.

Dieser Bericht enthält darüber hinaus im Anhang folgende Übersichten und Zusammenstellungen:

- ▶ eine umfangreiche Überblickstabelle über bestehende Indikatoren und Indikatorideen mit Kurzbeschreibungen (Anhang A.1),
- ▶ Steckbriefe zu den bestehenden Indikatoren, die auch technische Informationen wie Hinweise auf die Datenquellen sowie die Form der Darstellung enthalten (Anhang A.2),
- ▶ eine Zusammenstellung bodenbezogener Ziele Deutschlands und der EU aus 13 relevanten politischen Strategiepapieren im Wortlaut (Anhang B.1) und
- ▶ eine tabellarische Zusammenfassung und Clusterung dieser bodenbezogenen Ziele mit Zuordnung der Einzelziele (Anhang B.2).

2 Zentrale Begriffsbestimmungen

Für das Lesen und die Einordnung dieses Berichts ist es wichtig, vorab verschiedene Begriffe zu definieren, die diesem Bericht zu Grunde liegen. Die Definitionen sind im Rahmen des Forschungsvorhabens „Ausbau und Weiterentwicklung bodenbezogener Indikatoren für die nationale und EU-weite Berichterstattung zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz“ entstanden, in dem auch dieser Bericht erarbeitet wurde.

Bodenmonitoring

Bodenmonitoring ist die regelmäßige und langfristige Überwachung von Böden zur Erfassung von Veränderungen des Bodenzustands beziehungsweise der Bodengesundheit. Bodenmonitoring nutzt In-situ-Erhebungen physikalischer, chemischer und biologischer Eigenschaften des Bodens wie Nährstoffgehalt, Bodenfeuchte, Bodenstruktur und Bodenorganismen. In der Regel werden diese Erhebungen durch Fachbehörden und wissenschaftliche Einrichtungen durchgeführt, sie können durch bürgerwissenschaftliches Engagement ergänzt werden. Neben In-situ-Erhebungen sind auch Auswertungen von Fernerkundungsdaten und Modellierungen möglich. Unter Bodenmonitoring wird hier neben der Erfassung von Daten durch Bodenuntersuchungen auch die Erfassung und Darstellung von Gefährdungen der Bodenfunktionen verstanden, wie Schadstoffeinträge oder Versiegelung. Zum Bodenmonitoring gehört, dass die erhobenen Daten aufbereitet, dargestellt und veröffentlicht werden. Das nationale Bodenmonitoring versucht dabei, deutschlandweite oder regionale Aussagen zu treffen, die die Daten vieler Messstandorte aggregieren.

In Abgrenzung zu Projektionen betrachtet das Bodenmonitoring den Zustand in der Vergangenheit und Gegenwart. Ziel des Bodenmonitorings ist es, langfristige Trends und Veränderungen zu erkennen, sodass frühzeitig negative Auswirkungen auf die Umwelt oder auf die land- und forstwirtschaftliche Nutzung des Bodens durch das Ergreifen von Maßnahmen verhindert werden können (Frühwarninstrument). Bodenmonitoring wird von Behörden, Umweltorganisationen, Bewirtschaftern*Bewirtschafterinnen und anderen Akteurinnen*Akteuren genutzt, um Entscheidungen in Bezug auf Bodennutzung, Umweltschutz, Land- und Forstwirtschaft zu treffen.

Bodenbezogene Indikatoren

Das Bodenmonitoring arbeitet mit bodenbezogenen Indikatoren als Instrument der Aggregation von Daten und der Kommunikation von Sachverhalten. Bodenbezogene Indikatoren beschreiben und bewerten den Zustand und die Entwicklung der Umwelt in Bezug auf das Medium Boden anhand ausgewählter Kenngrößen. Sie stellen komplexe Sachverhalte verständlich und repräsentativ dar und zeigen Entwicklungen über möglichst lange Zeiträume auf.

Als Kenngrößen kommen Messparameter, abgeleitete Größen und Parameterbündel in Frage, die auf quantitativen oder qualitativen Informationen beruhen. Grundlage sind, wo möglich, gemessene, belastbare (geprüfte und valide) Daten. Modellierungen sollen nur eingesetzt werden, wenn Messungen fehlen.

Bodenbezogene Indikatoren sollen die Bewertung der dargestellten Entwicklung ermöglichen, das heißt ausreichend sensitiv und interpretierbar sein, für eine definierte Fläche repräsentativ sein und sich gut vermitteln lassen. Die Darstellung und Bewertung von Indikatoren kann mit Bezugnahme auf festgelegte Referenz-, Ziel- oder Schwellenwerte, auf ein Wertespektrum, auf einen natürlichen Optimalzustand – sofern bekannt oder modellierbar – oder anhand einer relativen Veränderung vorgenommen werden. Grundlage für die Bewertung bodenbezogener Indikatoren können Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele sein, die in politischen Strategien, Gesetzen oder Richtlinien formuliert sind. Materielle Maßstäbe, wie Vorsorgewerte für die Besorgnis

schädlicher Bodenveränderungen, können bei der Bewertung von Indikatoren berücksichtigt werden.

Bodenbezogene politische Ziele

Bodenbezogene politische Ziele sind Ziele verschiedener politischer Ebenen (beispielsweise der Landes-, Bundes- oder europäischen Politik), die den Bodenzustand beziehungsweise die Bodengesundheit betreffen. Sie sind zu unterteilen in Qualitätsziele (Welcher Bodenzustand soll erreicht werden?) und Handlungsziele (Was soll für einen besseren Bodenzustand getan werden?). Bodenpolitische Ziele werden vor allem in (umwelt-)politischen Strategiepapieren veröffentlicht, etwa Nachhaltigkeitsstrategien, agrarpolitischen Strategien oder Raumordnungsstrategien.

Im besten Fall sind politische Ziele klar als solche benannt, beispielsweise als „Ziel“ oder als „Meilenstein“ („Visionen“ bezeichnen meistens keine konkreten Ziele). Und sie sind messbar und auf ein Zieljahr oder einen Zielzeitraum ausgerichtet, also SMART³ formuliert.

³ SMART steht hier für S=specific/spezifisch, M=measurable/messbar, A=achievable/erreichbar, R=reasonable/angemessen, T=timed/terminiert

3 Bodenbezogene Indikatoren

3.1 Auswahl und Präsentation der bodenbezogenen Indikatoren

Es wurde in unterschiedlichen Indikatorensystemen und Monitoringberichten nach bodenbezogenen Indikatoren und Indikatorideen recherchiert.

Als Grundlage für die Zusammenstellung der Indikatoren und Indikatorideen dienten zahlreiche Monitoringberichte und Indikatorsysteme. In einem ersten Schritt wurden die zu betrachtenden Veröffentlichungen identifiziert und mit dem UBA abgestimmt. Dabei wurden Veröffentlichungen auf Bundes- und Landesebene sowie solche europäischer und globaler Organisationen ausgewählt. Tabelle 1 listet die Berichtsformate und Veröffentlichungen auf, die für diesen Bericht auf relevante Indikatoren und Indikatorideen geprüft worden sind.

Tabelle 1: Überblick über die berücksichtigten Monitoringberichte und Indikatorensysteme

Politische Ebene	Monitoringberichte/Indikatorsysteme
Bund	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Deutscher Klimaatlas ▶ Deutsches Treibhausgasinventar ▶ Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie ▶ Indikatoren der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt ▶ Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel ▶ Umweltindikatoren der Länderinitiative Kernindikatoren (LiKi) ▶ Umweltindikatoren des UBA ▶ Veröffentlichungen des Verbundprojekts „Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften“ (MonViA)
Länder	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Monitoringberichte zu Klimafolgen und Klimaanpassung ▶ Nachhaltigkeitsberichte ▶ Regelmäßig erscheinende Berichte zum Bodenmonitoring
Europa	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Agrarumweltindikatoren der EU ▶ Monitoring on progress towards the SDGs in an EU context ▶ Soil monitoring in Europe ▶ Soil Quality Dashboard der Europäischen Kommission
Global	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Agri-Environmental indicators der OECD ▶ SSM-Indikatoren der FAO

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: Alle Veröffentlichungen, aus denen Indikatoren oder Indikatorideen für diese Übersicht entnommen wurden, sind im Quellenverzeichnis ab Seite 61 zitiert.

In der Regel wurden die jüngsten Veröffentlichungen zu den Indikatoren, beispielsweise die jüngsten Monitoringberichte, gesichtet. Eine Ausnahme bildet dabei der DAS-Monitoringbericht. Er ist zuletzt im Jahr 2019 erschienen und wird noch in diesem Jahr 2023 neu aufgelegt. Da den Autorinnen*Autoren dieses Berichts die noch nicht veröffentlichten Indikator-Factsheets für den kommenden Bericht vorlagen, konnten hier bereits alle für den Monitoringbericht 2023 neu entwickelten oder überarbeiteten Indikatoren berücksichtigt werden. Darüber hinaus basiert die Zusammenstellung der Indikatoren und Indikatorideen rein auf relevanten Berichten, Konzepten und Indikatorsammlungen, die im Internet veröffentlicht und frei zugänglich waren. Es wurden keine Gespräche oder Interviews zu Berichten und Projekten geführt. Demzufolge erscheinen nur die Indikatoren und Indikatorideen im Bericht, zu denen bereits schriftlich publiziert wurde.

Nicht aus allen der in Tabelle 1 genannten Veröffentlichungen sind Indikatoren oder Indikatorideen in die Zusammenstellung der Indikatoren (Tabelle 4 und Anhang A) eingeflossen. Der Deutsche Klimaatlas und das Deutsche Treibhausgasinventar beispielsweise enthalten keine bodenbezogenen Indikatoren entsprechend der im Folgenden beschriebenen Kriterien. Dennoch können sie für künftige Indikatorentwicklungen wertvolle Daten liefern oder ihre Daten gehen zum Teil schon in die gesammelten Indikatoren ein. Auch von den Indikatoren der OECD wurden keine in die Übersicht übernommen, da zu diesen nur wenig Informationen und zum Teil keine Daten auffindbar waren.

Die Informationen zu den Indikatoren, die in die Überblickstabelle und in die Steckbriefe (Anhang A) eingeflossen sind, wurden direkt den gesichteten Veröffentlichungen (unter anderem den Monitoringberichten, Websites mit Indikatorarstellungen und -beschreibungen) sowie eventuellen Begleitdokumenten wie Factsheets, Kennblättern, Metadatenblättern (ggf. im Steckbrief vermerkt) entnommen. Die Informationen zu den Indikatorideen entstammen jeweils dem angegebenen Bericht. Zu diesen gab es keine zusätzlichen Begleitdokumente.

Grundsätzlich wurden für den hier erarbeiteten Überblick über vorhandene Indikatoren und Indikatorideen regelmäßig aktualisierte Monitoringberichte und etablierte oder kurz vor der Einführung stehende Indikatorensysteme recherchiert. Es ist ausdrücklich nicht Ziel dieses Berichts, die aktuelle Forschungsdiskussion zu möglichen Bodenindikatoren vollständig abzubilden. Daher wurden als Grundlage der Übersicht von Indikatoren und Indikatorideen keine Publikationen aus Forschungsprojekten gesichtet, die einzelne Indikatoren herleiten oder diskutieren. Wenn Indikatorideen aufgegriffen wurden, dann solche, die konkret neue Indikatoren für bestehende Monitoringsysteme vorschlagen oder im Rahmen der Entwicklung eines neuen Monitoringsystems veröffentlicht wurden (wie es beispielsweise beim beschriebenen Bericht der EEA der Fall ist). Eine Literaturschau, wie sie die EEA erarbeitet hat, fand im Rahmen dieses Vorhabens nicht statt. Dennoch wurde jenseits der in Tabelle 1 genannten Veröffentlichungen im Internet nach weiteren relevanten Dokumenten im Zusammenhang mit aktuellen oder abgeschlossenen Projekten zum Bodenmonitoring recherchiert. Von ihnen hatte (mit Stand 21.04.2023) ausschließlich das Verbundprojekt MonVIA bereits hinreichend konkrete Ergebnisse publiziert.

Die Auswahl der Indikatoren und Indikatorideen erfolgte nach klar definierten Kriterien.

Basierend auf der allgemeinen Definition bodenbezogener Indikatoren (siehe Kapitel 1) wurden für diesen Bericht die folgenden Auswahlkriterien für die Recherche der Indikatoren und die Zusammenstellung der Übersichtstabelle entwickelt. In die vorliegende Auswahl wurden Indikatoren aufgenommen,

- die repräsentativ für ein Umweltthema/-problem im Bereich des Bodenschutzes stehen und dieses in allgemeinverständlicher und übersichtlicher Weise thematisieren,
- die Teil von definierten Indikatorensystemen oder -inventaren sind und in diesen auch als „Indikator“ bezeichnet werden,
- zu denen regelmäßig berichtet wird; das heißt sie werden fortgeschrieben, um (auch künftige) Entwicklungen abzubilden,
- die Zeitreihen darstellen (um aktuelle und vergangene Entwicklungen abzubilden; Projektionsdaten spielen für das Monitoring keine Rolle),
- die auf verlässlichen/belastbaren Daten basieren; diese müssen jedoch nicht zwingend flächendeckend oder standardisiert erhoben/modelliert worden sein und

- die auf qualitativen oder quantitativen Daten basieren; wobei die Daten gemessen/erhoben, aber auch modelliert sein können.

Im besten Fall erlauben Indikatoren eine Bewertung der abgebildeten Entwicklung und des aktuellen Zustands. Es war jedoch keine Voraussetzung für die Aufnahme in die vorliegenden Sammlung, dass aktuell (quantitative) politische Ziele existieren, zu denen konkret berichtet wird, und/oder dass es definierte Referenz-, Schwellen- oder Zielwerte gibt, die eine eindeutige Bewertung des Zustands und der Entwicklung zulassen. Auch das Vorhandensein einer Trendanalyse als Bewertungsgrundlage war keine Voraussetzung für die Aufnahme in die Übersichtstabelle.

Es gibt verschiedene Datensammlungen zu Bodenthemen, die als Grundlage oder Inspiration für künftige Indikatorentwicklungen genutzt werden können. Sie enthalten keine Indikatoren im oben beschriebenen Sinn, sondern stellen einzelne Datensätze zur Verfügung, die häufig Ergebnis wissenschaftlicher Projekte waren und keiner (regelmäßigen) Fortschreibung unterliegen. Als Beispiele sollen hier das EUSO Soil Health Dashboard⁴ und ENVASSO⁵ (ENVironmental AS-sessment of Soil for mOnitoring) genannt sein. Diese Daten sind, dem Zweck des Berichts folgend, nicht in die Übersicht eingeflossen.

Außerdem gibt es mehrere aktuell laufende Projekte zur Entwicklung von bodenbezogenen Indikatoren, die wahrscheinlich für die Berichterstattung zu Bodenthemen relevante Ergebnisse erzielen werden. Beispiele sind hier das Projekt „Moorbodenmonitoring für den Klimaschutz“ (MoMoK)⁶ der Thünen-Institute für Waldökosysteme und Agrarklimaschutz sowie das Projekt „BENCHMARKS“⁷. Auch am Umweltbundesamt (UBA) laufen verschiedene Aktivitäten zur Neuentwicklung von Indikatoren. Die (Zwischen-)Ergebnisse dieser Projekte konnten nicht in diesen Bericht einfließen, da sie mit Stand 21.04.2023 noch nicht bekannt/veröffentlicht waren. Das zeigt, dass dieser Bericht nur eine Momentaufnahme sein kann. Um den wichtigsten aktuellen Projekten trotzdem in diesem Bericht Raum zu geben, werden sie in Kapitel 3.3 kurz vorgestellt.

Nachträglich ergänzt wurde die Übersicht um die im Annex I des im Juli 2023 von der Europäischen Kommission veröffentlichten Entwurfs zum Soil Monitoring Law genannten „soil descriptors“. Diese umfassen Parameter, Indikatoren und Indikatorideen, die teilweise von den Mitgliedsstaaten noch weiter ausgearbeitet werden müssen, mit denen künftig zur Bodengesundheit berichtet werden könnte. Die „soil descriptors“ erfüllen damit nicht alle die oben genannten Kriterien, sind aufgrund ihrer politischen Bedeutung und Aktualität aber dennoch in die Übersicht eingeflossen. In Tabelle 4 sowie in den Tabellen 7 bis 13 sind sie über ihre gesonderte Nummerierung leicht zu identifizieren: Sie sind nach dem Schema SD-Buchstabe-Ziffer (beispielsweise SD-A-1) nummeriert. Dabei steht SD für „soil descriptor“, der Buchstabe die Kategorie⁸ des „soil descriptors“ und die Ziffer für eine laufende Nummer. Sie sind in den Tabellen jeweils in der Spalte der Indikatorideen aufgeführt, da das Soil Monitoring Law erst im Entwurf vorliegt und mit den „soil descriptors“ dementsprechend noch nicht berichtet wird.

⁴ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/esdacviewer/euso-dash-board/> und <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/euso/euso-dash-board-sources>

⁵ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/envasso-environmental-assessment-soil-monitoring>

⁶ <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldoekosysteme/projekte/bodenschutz-und-waldzustand/projekte-moorboden-schutz/moorbodenmonitoring-momok> sowie <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/agrarklimaschutz/projekte/moorboden-monitoring-fuer-den-klimaschutz>

⁷ Building a European Network for the Characterisation and Harmonisation of Monitoring Approaches for Research and Knowledge on Soils: <https://soilhealthbenchmarks.eu/>

⁸ Die „soil descriptors“ sind im Soil Monitoring Law in folgende Kategorien eingeteilt: Part A: soil descriptors with criteria for healthy soil condition established at Union level; Part B: soil descriptors with criteria for healthy soil condition established at Member States level; Part C: soil descriptors without criteria sowie Part D: land take and soil sealing indicators.

Indikatorideen wurden nur aufgenommen, wenn sie schon konkretisiert sind.

Die Indikatorideen, die in die Übersicht aufgenommen wurden, sind in der Regel bereits so konkret, dass sie nur wenig zusätzliche konzeptionelle Arbeit erfordern, um umgesetzt zu werden. Das heißt, dass die abzubildenden Größen bereits genannt sind (in aller Regel unter Angabe der Einheit). Sie sind jedoch – zumindest in den recherchierten Veröffentlichungen – noch nicht umgesetzt, das heißt mit Daten gefüllt und abgebildet, worden. Das Dokument „Protocol for the assessment of Sustainable Soil Management“ der Welternährungsorganisation (englisch: Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) etwa enthält vier konkret ausgearbeitete Empfehlungen für Indikatoren (FAO 2020; S. 4f.). Diese wurden in die Übersichtstabelle aufgenommen. Darüber hinaus beschreibt die FAO mögliche „zusätzliche SSM-Indikatoren für spezielle Fälle“ (eher Messgrößen und -methoden), die die empfohlenen Indikatoren ergänzen können, wenn die Ursache der Bodendegradation sehr spezifisch und bereits bekannt ist (FAO 2020; S. 6ff.). Diese zusätzlichen Indikatoren sind aber nicht konkret definiert. So steht hier beispielsweise zum Punkt Bodenerosion: „It can be measured in the field, by observing visible evidence of soil loss, in complement to the measure of topsoil soil organic matter. In identified cases of soil erosion, it is recommended to implement different assessment methods, such as the USLE method, the synthesis of satellite imagery and its metadata, or direct measurement of erosion in gullies, rills, sheet wash, landslides using erosion pins, sediment yield downhill or in drains using Gerlach boxes, or undercutting of the soils around trees and fence-lines“ (FAO 2020; S. 6). Was als Indikator abgebildet werden soll, wird aus dieser Zusammenstellung möglicher Messmethoden nicht klar. Die „zusätzlichen SSM-Indikatoren für spezielle Fälle“ der FAO haben daher keinen Eingang in die Übersicht gefunden.

Eine Ausnahme zu den sonst schon sehr konkret ausgearbeiteten Indikatorideen bildet das Themenfeld Bodenbiodiversität. Die Indikatorideen zu diesem Themenfeld sind häufig noch wenig konkret. Sie werden in der Überblickstabelle dennoch genannt, um einen Einblick in die aktuellen Fragen dieses Themenfelds zu gewähren. Denn selbst in Publikationen mit sehr konkreten Indikatorideen zu anderen Themen sind die Vorschläge zur Bodenbiodiversität noch wenig ausgearbeitet. Eine weitere Ausnahme sind die „soil descriptors“ des Entwurfs zum Soil Monitoring Law, die ebenfalls zum Teil noch der Konkretisierung bedürfen (beispielsweise der/die „soil descriptor/s“ zum Thema Bodenkontamination).

Erwähnt werden soll hier der Bericht „Soil monitoring in Europe“ der Europäischen Umweltagentur (englisch: European Environment Agency; EEA) (EEA 2023b). Hierbei handelt es sich nicht um einen Monitoringbericht (wie der Titel vermuten ließe), sondern um ein Dokument, in dem detailliert beschrieben wird, wie die EEA zu den von ihr empfohlenen „Soil health indicators“ kommt. Es werden basierend auf Literaturrecherchen zahlreiche mögliche Indikatoren diskutiert, bevor die EEA in Tabelle 10.1 auf Seite 142f des Berichts das von ihr empfohlene Indikatoren-Set präsentiert. Nur diese von der EEA empfohlenen Indikatorideen wurden aus diesem Bericht in die Übersicht aufgenommen. Sie werden als Indikatorideen geführt, weil die EEA noch keinen auf dieser Basis beruhenden Monitoringbericht veröffentlicht hat, auch wenn manche der Indikatorideen in anderen Zusammenhängen bereits ausgearbeitet und angewendet wurden (beispielsweise in den Berichten einzelner Mitgliedsstaaten). Insgesamt ist der EEA-Bericht als aktuelle Zusammenstellung des Forschungsstands zu werten.

Die recherchierten Indikatoren und Indikatorideen wurden zu Themenfeldern geclustert.

Der vorliegende Bericht betrachtet grundsätzlich nur bodenbezogene Indikatoren, also solche, die anhand ausgewählter Kenngrößen den Zustand und die Entwicklung der Umwelt im Bereich Boden veranschaulichen. Dies umfasst die in Tabelle 2 genannten und näher definierten Themenfelder. Die Tabelle führt als Orientierung die Indikatoren der EU Soil Mission mit (nach Ta-

belle 1.6 in EEA 2023b; S. 26). Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei diesen streng genommen nicht um Indikatoren gemäß der Definition in Kapitel 2 handelt. Vielmehr dienen sie der Strukturierung der mit der EU Soil Mission verbundenen Politikziele und der Arbeit an konkreten Indikatoren für ein Monitoringsystem.

Tabelle 2: Themenfelder der Indikatorsammlung

Themenfeld	Zugehörige(r) EU Soil Mission-Indikator(en)	ggf. Abgrenzung des Themenfeldes
Bodenwasserhaushalt (BW)	/	Dieses Themenfeld befasst sich mit der Bodenfeuchte. Das Thema Grundwasser wird nur berücksichtigt, sofern es im Zusammenhang mit der Bodenfeuchte oder der Bodenqualität steht (Sickerwasser, Moore).
Bodenwärmehaushalt (BT)	/	
Bodenstoffhaushalt (BS)	<ul style="list-style-type: none"> ► Soil organic carbon ► Soil nutrients and pH ► Presence of soil pollutants, excess nutrients and salts 	In diesem Themenfeld liegt der Fokus auf den Immissionen in den Boden. Indikatoren zu den Emissionen einzelner Quellen wie die Stickstoffbilanz der Landwirtschaft werden nicht in die Zusammenstellung aufgenommen. Hintergrund ist, dass bei den Emissionen nicht deutlich ist, in welches Umweltmedium sie eingetragen werden.
Bodenstruktur (BU)	Soil structure bulk density & absence of soil sealing / erosion	<p>Versiegelung steht aus Sicht der Autorinnen*Autoren dieses Berichts nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Bodenstruktur. Sie wird deshalb im Themenfeld Landnutzung behandelt und ist hier entsprechend ausgegraut.</p> <p>Wir beziehen uns dabei auf die Definition von Strahler und Strahler (1999): „Der Begriff <i>Bodenstruktur</i> bezieht sich auf das Vorhandensein von Aggregaten (Klumpchen) aus Bodenpartikeln. [...] Die Bodenstruktur wird mit Bezug auf die Form, Größe und Haltbarkeit der Aggregate beschrieben. [...] Die Bodenstruktur ist eine physikalische Eigenschaft von großer Bedeutung für die Landwirtschaft, weil sie die Rate beeinflusst, mit der Wasser in einen trockenen Boden eindringen kann, sowie die Anfälligkeit des Bodens für Erosion und seine Kultivierbarkeit.“ (Strahler und Strahler 1999; S. 509f.)</p>
Bodenbiodiversität (BB)	Soil biodiversity	
Landnutzung (LN)	<ul style="list-style-type: none"> ► Soil structure bulk density & absence of soil sealing / erosion ► Vegetation cover ► Landscape heterogeneity ► Area of forest and other wooded lands 	Dieses Themenfeld begrenzen wir auf Indikatoren in Verbindung mit Funktionsverlust (Versiegelung, Siedlungs- und Verkehrsfläche) und Vegetationsbedeckung (ist Vegetation vorhanden?). Indikatoren zu spezifischen Bewirtschaftungsformen werden hier

Themenfeld	Zugehörige(r) EU Soil Mission-Indikator(en)	ggf. Abgrenzung des Themenfeldes
		nicht geführt, da Indikatoren hierzu zu wenig Rückschlüsse auf den Bodenzustand zulassen ⁹ . Ausgenommen hiervon sind Indikatoren, die explizit eine bodenschonende Bewirtschaftung beschreiben wie LN-11 (Steckbrief auf Seite 155).

Quelle: eigene Zusammenstellung

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass in den gesichteten Monitoringberichten und Indikatorsystemen fast ausschließlich Bodenzustandsindikatoren zu finden waren. Eine Ausnahme bildet hier das Themenfeld Landnutzung. In diesem Themenfeld werden, dem Zuschnitt entsprechend, vor allem Indikatoren genutzt, die menschliche Handlungen oder Bewirtschaftungsformen darstellen. Einzelne Beispiele solcher Indikatoren, die im Sinne des DPSIR-Ansatzes „Treiber“ oder „Reaktionen“¹⁰ darstellen, gibt es auch in anderen Themenfeldern, beispielsweise zum Thema Altlastensanierung. Es wurde aber nicht gezielt nach solchen Indikatoren gesucht, beispielsweise durch die Auswertung von Maßnahmenprogrammen oder Maßnahmenbilanzierungen. Dies ist im Zusammenhang mit der Zusammenstellung des Informationsbedarfs im Kapitel 4 von Bedeutung.

Präsentation der Indikatoren und Indikatorideen

Im Kapitel 3.2 ist in Tabelle 4 eine Liste aller zusammengetragenen Indikatoren und Indikatorideen zu finden. Ausführlicher werden die Ergebnisse im Anhang A präsentiert. Hier sind eine umfangreiche Überblickstabelle über alle Indikatoren und Indikatorideen (Anhang A.1) sowie die Indikator-Steckbriefe (Anhang A.2) zu finden.

Für die Überblickstabelle waren die folgenden Fragen leitend: Handelt es sich (noch) um eine (Indikator-)Idee oder einen bereits ausgearbeiteten Indikator? Zu welchem Monitoringprogramm auf welcher politischen Ebene gehört der Indikator oder die Indikatoridee? Auf welcher Datenbasis beruht der Indikator oder soll er beruhen? Fokussiert er auf eine bestimmte Bodennutzung oder ein bestimmtes Ökosystem (landwirtschaftlich genutzte Böden, Waldböden, Mooreböden oder Böden allgemein)? Die Überblickstabelle enthält jeweils eine Kurzbeschreibung, bei ausgearbeiteten Indikatoren zudem einen Link zum zugehörigen Indikator-Steckbrief.

Die Überblickstabelle ist nach den oben vorgestellten Themenfeldern sortiert (siehe Tabelle 2). Innerhalb der einzelnen Themenfelder, die als Zwischenüberschriften hervorgehoben und Teil der Nummerierung der Indikatoren und Indikatorideen sind, werden zunächst die ausgearbeiteten Indikatoren und im Anschluss die aktuellen Indikatorideen gelistet. Wenn es mehrere Indikatoren oder mehrere Indikatorideen zu einem Sachverhalt gibt, werden diese geclustert, also aufeinanderfolgend gelistet.

⁹ Häufig wird, vermutlich auch in Ermangelung besserer Indikatoren, die Verbreitung des ökologischen Landbaus als Indikator für eine bodenschonende Landwirtschaft herangezogen. Sicherlich hat der ökologische Landbau positive Effekte auf die Bodengesundheit, etwa durch den Verzicht auf chemische Pestizide. Jedoch ist der ökologische Landbau nicht per se mit umfassendem Bodenschutz gleichzusetzen. Gleichzeitig gibt es im konventionellen Landbau ebenfalls Möglichkeiten des Bodenschutzes, etwa im Rahmen der regenerativen Landwirtschaft, die unter anderem auf ganzjährige Begrünung setzt, oder durch die Reduzierung der Bodenbearbeitungsgänge. Beides kann mit ökologischer und konventioneller Landwirtschaft verbunden werden. Hinsichtlich der Bodenschadverdichtung ist die Schwere der landwirtschaftlichen Maschinen von großer Bedeutung. Auch hier können sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Landbau leichtere Maschinen eingesetzt werden. Daher wurde in diesem Bericht auf die Vereinfachung „ökologischer Landbau = bodenschonender Landbau“ verzichtet, und es wurden nur Indikatoren aufgenommen, die explizit eine bodenschonende Bewirtschaftung beschreiben.

¹⁰ Der DPSIR-Ansatz wurde für die Strukturierung von Umweltbelastungen und Umweltschutzmaßnahmen entwickelt. DPSIR ist dabei die Abkürzung für **D**Driving forces, **P**ressures, **S**tates, **I**mpacts and **R**esponses (deutsch: Treiber, Belastungen, Zustand, Auswirkung, Reaktion).

Indikator-Steckbriefe wurden nur für bereits ausgearbeitete Indikatoren angelegt, da für diese erwartungsgemäß deutlich mehr Informationen verfügbar sind als für die Indikatorideen (für eine leere Steckbrief-Vorlage siehe Tabelle 3). Die bereits ausgearbeiteten Indikatoren werden über diese Steckbriefe ausführlich beschrieben inklusive technischer Informationen wie der Datenquelle, Angaben zum Grad der Standardisierung und zur Aggregation sowie Hinweisen, wie und ob der Indikatorverlauf oder Trend bewertet wird. In den Indikator-Steckbriefen wird bei der Kurzbeschreibung zudem auf Metadatenblätter, Factsheets oder andere Dokumente verwiesen, die technische Informationen zum beschriebenen Indikator bereitstellen.

Tabelle 3: Vorlage für Indikator-Steckbrief

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	
Kennziffer/-code	
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	
Veröffentlichung(en) inkl. URL	
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	
Betreuende Institution	
Frequenz der Aktualisierung [z. B. jährlich, alle 4 / alle 5 Jahre]	
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	
Kontext Klima [ggf. eine Checkbox auswählen]	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug [z. B. Bundesebene, Bundesland, spezifische Region]	
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte [z. B. monatlich, jährlich, alle 5 Jahre]	
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	
Bewertung des Indikatorwerts [Findet eine Bewertung statt? Wenn ja, in welcher Form?]	

Datengrundlage	
Datenquelle(n) <i>[Programm(e), aus dem die Daten stammen (z. B. BZE LW, agrarmeteorologisches Messnetz) sowie Institution(en), die Daten erhebt/erheben und bereitstellt/bereitstellen (z. B. DWD)]</i>	
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	
Abbildung(en)	
Abbildung(en)	
Quelle der Abbildung(en)	

Quelle: eigene Zusammenstellung

Die Indikator-Steckbriefe enthalten auch die Information, in welchem Kontext mithilfe des Indikators berichtet wird. Hier werden die Strategiepapiere¹¹ benannt, für die das Monitoringsystem, zu dem der Indikator gehört, angelegt wurde (zum Beispiel die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) bei Indikatoren aus dem Monitoringbericht zur DAS). Dabei werden auch jene Strategiepapiere genannt, deren zugehörige Monitoringsysteme in der Zeile „Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint“ des Steckbriefs erscheinen. In dieser Zeile werden Indikatoren anderer Monitoringsysteme benannt, die identisch mit dem ausführlich dargestellten Indikator oder diesem zumindest sehr ähnlich sind. Da das Vorhaben seinen Schwerpunkt auf der bundesweiten Berichterstattung hat, wurde darauf geachtet, dass bei mehreren gleichen oder sehr ähnlichen Indikatoren ein bundesweiter Indikator ausführlich dargestellt wird und eher Länderindikatoren oder Indikatoren internationaler Monitoringsysteme „nur“ benannt werden.

In der Zeile „Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier“ des Indikator-Steckbriefs werden neben den zugehörigen Strategiepapieren auch politische Ziele aus diesen Strategiepapieren benannt, sofern sie in den Monitoringberichten/Indikatorbeschreibungen oder Begleitdokumenten (Factsheets) der dargestellten Indikatoren benannt sind. Dabei wurden hier nur solche Ziele festgehalten, die quantifiziert sind oder zumindest eine Jahreszahl als Zielzeitraum enthalten. Sehr allgemein formulierte politische Ziele wie „Es ist erforderlich, den Bodenschutz im Hinblick auf die Gefahren der Erosion und des Rückgangs der Humusgehalte, vor allem auch in hydromorphen Böden zu intensivieren“ (Die Bundesregierung 2008; S. 25) werden hier nicht benannt. Für die Strategiepapiere, die in Kapitel 4.1 genannt werden, erfolgte ein Abgleich der Ziele, die in den Monitoringberichten/Indikatorbeschreibungen oder Begleitdokumenten genannt werden, mit den die für die Identifizierung noch bestehenden Informationsbedarfs herausgeschrieben wurden.

Die Zeile „Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier“ enthält zunächst in normaler Schriftgröße die Strategiepapiere, zu denen der im Detail präsentierte Indikator berichtet.

¹¹ Vereinzelt werden bei den gesammelten Indikatoren in den Originaldokumenten auch Gesetze als Berichtskontext genannt. Diese haben kein Eingang in die Steckbriefe gefunden, da der Fokus hier auf politischen Zielen liegt.

In kleinerer Schrift sind zudem jene Strategiepapiere (gegebenenfalls inklusive Ziel) benannt, in deren Kontext die unter „Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint“ gelisteten Indikatoren berichten.

3.2 Mit welchen Indikatoren wird in Deutschland und international zu bodenbezogenen Themen berichtet?

Nur Indikatoren-Sets erlauben eine umfassende Beschreibung und Bewertung des Bodenzustands und seiner Veränderungen.

Ein Ergebnis der Recherche ist, dass es (zumindest bisher) nicht den einen Indikator gibt, der beurteilt, ob ein Boden gesund oder in einem guten Zustand ist oder nicht. Um dies beurteilen zu können, ist ein Set aus mehreren Indikatoren notwendig. So empfehlen beispielsweise die FAO (2020) und die EEA (2023b), die beide an spezifischen Bodenmonitoringsystemen arbeiten, jeweils ein Indikatoren-Set. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die FAO bei der Entwicklung ihres Indikatoren-Sets nicht die Beurteilung des Bodenzustandes im Fokus hatte, sondern die Beurteilung der Effektivität der Einführung ausgewählter SSM-Methoden, also von Methoden der nachhaltigen Bodenbewirtschaftung. Dennoch wird dafür der Bodenzustand mit verschiedenen Indikatoren bewertet.

Tabelle 4 beinhaltet eine Liste aller recherchierten Indikatoren und Indikatorideen. Auch sie zeigt, dass vielfältige Indikatoren zur Abbildung des Bodenzustands und der Bodengesundheit verwendet werden.

Tabelle 4: Liste der recherchierten Indikatoren und Indikatorideen

The-men-feld	Indikatoren	Indikatorideen
Bodenwasser-haushalt (BW)	BW-1 Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich ge-nutzten Böden	SD-B-1 Reduction of soil capacity to retain water
	BW-2 Bodenwasser in Waldböden	
	BW-3 Bodenwasservorrat in Waldböden	
	BW-4 Terrestrisch gespeichertes Wasser	
	BW-5 Soil moisture deficit	
Bodenwärme-haushalt (BT)	BT-1 Temperatur im Oberboden	
	BT-2 Bodenfrost in Waldböden	

The-men-feld	Indikatoren	Indikatorideen
Bodenstoffhaushalt (BS)	BS-1 Humusgehalte von Ackerböden BS-2 Humusvorrat in Waldböden BS-3 Entwicklung Humusvorrat in forstlichen Böden BS-4 Eutrophierung durch Stickstoff BS-5 Säure- und Stickstoffeintrag BS-6 Schwermetalleintrag BS-7 Altlasten BS-8 Mittlere Aktivitätskonzentration an Cäsium-137 im Boden in Baden-Württemberg	BS-9 Humusentwicklung BS-10 Soil organic carbon BS-11 Falling below optimal SOC level SD-A-1 Loss of soil organic carbon BS-12 Exceedance of critical levels of mineral nitrogen (agricultural land) BS-13 N limitation based on exceedance of C:N ratio BS-14 Falling below of optimal phosphorus BS-15 P limitation based on exceedance of N:P ratio SD-B-2 Excess nutrient content in soil [phosphorus] SD-C-1 Excess nutrient content in soil [nitrogen] BS-16 Exceedance of critical pH levels SD-C-2 Acidification BS-17 Exceedance of critical inorganic Al levels BS-18 Exceedance of screening values for critical risk from heavy metals and organic pollutants SD-B-3 Soil contamination SD-A-2 Salinization
Bodenstruktur (BU)	BU-1 Regenerosivität BU-2 Estimated severe soil erosion by water	BU-3 Exceedance of actual rate of soil loss by water erosion SD-A-3 Soil erosion BU-4 Harmful subsoil compaction SD-A-4 Subsoil compaction SD-C-3 Topsoil compaction BU-5 Soil physical properties
Bodenbiodiversität (BB)	BB-1 Regenwurmfauna	BB-2 Trends von Regenwurmgesellschaften in den für Deutschland typischen Agrarräumen BB-3 Soil biological activity BB-4 Loss of soil biodiversity SD-C-4 Loss of soil biodiversity
Landnutzung (LN)	LN-1 Verhältnis der Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate LN-2 Siedlungs- und Verkehrsfläche LN-3 Verhältnis unversiegelte/versiegelte Fläche LN-4 Soil sealing index LN-5 Imperviousness and imperviousness change in Europe LN-6 Net land take in cities and commuting zones in Europe LN-7 Erholungsflächen LN-8 Freiraumverlust LN-9 Grünlandfläche LN-10 Waldflächenanteil und Waldfläche absolut LN-11 Bodenpflegende Landwirtschaft	LN-12 Anteil der degradierten Fläche an der gesamten Landfläche LN-13 Sealed area per total land area SD-D-1 Land take and soil sealing indicators LN-14 Soil productivity LN-15 Renaturierung von Mooren

Quelle: eigene Zusammenstellung

Die verschiedenen Bodenthemen werden von den recherchierten Indikatoren und Indikatorideen unterschiedlich umfangreich und vollständig abgebildet.

Insgesamt konnten für diesen Bericht 29 Indikatoren und 20 Indikatorideen (plus 12 „soil descriptors“) recherchiert werden. Besonders viele Indikatoren beschreiben Sachverhalte der Themenfelder Landnutzung und Bodenstoffhaushalt (siehe Tabelle 5). Zum Bodenstoffhaushalt

wurden zudem besonders viele Indikatorideen zusammengetragen. Das könnte damit in Zusammenhang stehen, dass der Bodestoffhaushalt ein schon lange bearbeitetes und sehr vielfältiges Themenfeld ist. Ganz unterschiedliche Stoffe können in den Boden eingetragen werden oder den Bodenzustand bestimmen. Dementsprechend gibt es viele Indikatoren/Indikatorideen, die auf einzelne Stoffe oder Stoffgruppen fokussieren (beispielsweise Nährstoffe, Schwermetalle).

Zum Themenfeld Landnutzung gibt es bundesweit eine solide Datenbasis. Bei der Anzahl der Indikatoren zu diesem Themenfeld ist zu beachten, dass einige Steckbriefe zu den Teilthemen Flächenneuinsprachnahme und Versiegelung ähnliche Indikatoren zeigen, die dennoch in einzelnen Steckbriefen ausgearbeitet wurden. Dies ist zum einen geschehen, um die Übersichtlichkeit zu wahren (insbesondere hinsichtlich der Indikatoren LN-1 und LN-2, man beachte die ohnehin große Zahl an Indikatoren, die als vergleichbare Indikatoren gelistet wurden). Zum anderen wurde in einem Fall (LN-4) für einen Indikator ein Steckbrief angelegt, der das Thema Versiegelung mithilfe von Fernerkundungsdaten abbildet, um ihm eine bessere Sichtbarkeit zu verschaffen, obwohl es schon einen Steckbrief zu einem Versiegelungsindikator gab. Die Nutzung von Fernerkundungsdaten für Umwelt- und Klimafolgen-Monitoringindikatoren ist eine Aufgabe, an der zunehmend gearbeitet wird.

Tabelle 5: Anzahl der zusammengetragenen Indikatoren und Indikatorideen je Themenfeld

Themenfeld	Anzahl der zusammengetragenen Indikatoren	Anzahl der zusammengetragenen Indikatorideen
Bodenwasserhaushalt (BW)	5 (+7)	0 (+1)
Bodenwärmehaushalt (BT)	2 (+5)	0 (+0)
Bodestoffhaushalt (BS)	8 (+14)	10 (+6)
Bodenstruktur (BU)	2 (+6)	3 (+3)
Bodenbiodiversität (BB)	1 (+1)	3 (+1)
Landnutzung (LN)	11 (+40)	4 (+1)
insgesamt	29 (+73)	20 (+12)

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: In der Spalte „Anzahl der zusammengetragenen Indikatoren“ wird in Klammern die Anzahl der Indikatoren genannt, die in den Steckbriefen in der Zeile „Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint“ gelistet werden. In der Spalte „Anzahl der zusammengetragenen Indikatorideen“ wird in Klammern die Anzahl der „soil descriptors“ aus dem Entwurf zum Soil Monitoring Law der Europäischen Kommission genannt.

Auffallend wenig Indikatoren gibt es für das Themenfeld Bodenbiodiversität. Auch die Bodenbiodiversität ist (beispielsweise im Vergleich zur Bodentemperatur) ein sehr vielfältiges und umfangreiches Themenfeld, das die Mikroorganismen im Boden ebenso einschließt wie Pilze, Insekten oder Säugetiere. Dennoch konnte nur ein einziger ausgearbeiteter Indikator identifiziert werden, und es gibt deutlich weniger Indikatorideen als beim Bodestoffhaushalt.

Der Bodenwärmehaushalt ist wie erwähnt ein recht enges Themenfeld, das mit wenigen Indikatoren (so diese denn bundesweit dargestellt werden können) gut zu beschreiben ist. Die Bodenstruktur hingegen ist etwas umfangreicher, sodass es Ideen gibt, wie die bestehenden Indikatoren ergänzt werden können.

Die im Kommissions-Entwurf zum Soil Monitoring Law genannten „soil descriptors“ legen einen deutlichen Schwerpunkt auf das Themenfeld Bodestoffhaushalt. Die Hälfte der „soil descriptors“ ist diesem Themenfeld zuzuordnen. Auch die Bodenstruktur soll mit mehreren „soil

descriptors“ dargestellt werden. Zu den anderen Themenfeldern wird jeweils ein „soil descriptor“ benannt; außer zum Themenfeld Bodenwärmehaushalt, das die „soil descriptor“ nicht darstellen.

Viele bodenbezogene Indikatoren finden in verschiedenen Zusammenhängen Anwendung. Lücken in Indikatorensystemen sind häufig mit fehlenden Daten zu erklären.

Viele der recherchierten Indikatoren werden in unterschiedlichen Zusammenhängen seit Jahren angewendet. Insbesondere Indikatoren zur Flächenneuanspruchnahme sind sehr weit verbreitet und in verschiedenste Monitoringsysteme integriert worden. Sie finden sich beispielsweise in Indikatorensystemen zur nachhaltigen Entwicklung, zur Klimafolgenanpassung und in der allgemeinen Umweltberichterstattung (Daten zur Umwelt). Andere Indikatoren, insbesondere solche zur Biodiversität des Bodens, sind deutlich weniger verbreitet, häufig weil die Datenlage nicht ausreichend ist. So gibt es beispielsweise in Baden-Württemberg Daten zur Regenwurmpopulation, die bundesweit nicht in vergleichbarer Weise erhoben werden.

Auffällig ist auch, dass auf Bundesebene etablierte Indikatoren häufig Vorbild für die Entwicklung analoger Indikatoren für Monitoringsysteme der Bundesländer sind. Nichtsdestotrotz finden in den Bundesländern auch eigene Indikatorentwicklungen statt, wie das eben genannte Beispiel zeigt.

Gleichzeitig scheint sich die Entwicklung der internationalen Monitoringsysteme stark an den Datenverfügbarkeiten in den einzelnen Staaten und den dort bereits etablierten Indikatorensystemen zu orientieren. Die Erwartung, dass bei der Indikatorentwicklung auf internationaler Ebene verstärkt auf Methoden der Fernerkundung gesetzt wird, hat sich nach den bisherigen Recherchen nicht bestätigt. Das heißt, es gibt bisher nur einzelne auf Fernerkundungsdaten beruhende Indikatoren.

Viele bodenbezogene Indikatoren haben einen auf eine bestimmte Bodennutzung oder ein Ökosystem ausgerichteten Fokus.

Unter „Fokus“ verstehen wir dabei, dass die Indikatoren auf Böden ausgerichtet sind, die in einer bestimmten Weise genutzt werden oder die zu bestimmten Ökosystemen gehören. Das bedeutet, viele der gesammelten Indikatoren oder auch Indikatorideen sind entweder auf landwirtschaftlich genutzte oder auf Wald-(Forst-)Böden ausgerichtet. Einzelne Indikatoren betrachten gezielt Moorböden. Wenn ein solcher spezifischer Fokus gegeben ist, ist dies in der Überblickstabelle in der Spalte „Kurzbeschreibung“ vermerkt (wenn nicht, steht dort „Böden allgemein“).

Ein Fokus kann sinnvoll sein, wenn nutzungsspezifische oder ökosystemspezifische Themen abgebildet werden sollen, etwa die Bodenschadverdichtung von Ackerböden (aufgrund schwerer Landmaschinen) oder Bodenfrostd im Wald (wichtig für die Holzernte). Wo sich der Fokus aus den Rahmenbedingungen der Datenerhebung ergibt, mag es sinnvoll sein, Datenprogramme auf weitere Böden auszuweiten oder nutzungsspezifische Kategorien innerhalb eines Indikators abzubilden.

Aktuell laufen zahlreiche Aktivitäten zur Entwicklung neuer Indikatoren und neuer Monitoringsysteme.

Nicht nur die große Anzahl von Indikatorideen, die für diesen Bericht zusammengetragen wurde, zeigt, dass das Interesse an Neuentwicklungen im Bereich der bodenbezogenen Indikatoren und Monitoringsysteme groß ist. Aktuell laufen auch mehrere Projekte, die es sich zum Ziel gesetzt haben, neue Indikatoren zu entwickeln, etwa das Verbundprojekt MonViA oder das gerade gestartete paneuropäische Projekt BENCHMARKS (siehe hierzu auch Kapitel 3.3).

Auch bei den Indikatorideen und -neuentwicklungen sticht das Themenfeld Bodenbiodiversität heraus. Während die Indikatorideen zu anderen Themenfeldern in der Regel sehr konkret sind, scheinen zu diesem Themenfeld noch viele Fragen hinsichtlich der Erfassung und Abbildung der biologischen Vielfalt und der biologischen Gesundheit von Böden offen. Fragen, die derzeit diskutiert werden, betreffen die abzubildenden Arten oder Artengruppen ebenso wie die Bewertung, sprich die Frage nach Referenzwerten zur biologischen Vielfalt von Böden. Die Entwicklung von Indikatoren zur Bodenbiodiversität ist folgerichtig auch Teil des Projekts „Ausbau und Weiterentwicklung bodenbezogener Indikatoren für die nationale und EU-weite Berichterstattung zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz“, in dessen Rahmen dieser Bericht entstanden ist. Es wird damit einen Beitrag zu den aktuell laufenden Forschungen liefern. Auch das „Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz“ (ANK) der Bundesregierung greift diesen Punkt auf. Im ANK ist zu lesen: „Aufgrund fehlender Informationen über die Bodenlebensgemeinschaften ist die Beurteilung der Vielfalt und der Verletzlichkeit des Bodenlebens jedoch nur unzureichend möglich. Die messnetzübergreifende Vergleichbarkeit der bereits vorliegenden Daten scheitert häufig an fehlenden Standards und nicht einheitlich abgestimmten Methoden“ (BMUV 2023a; S. 37f.). Maßnahme 6.4 des ANK umfasst daher die Vereinheitlichung von Methodenstandards, eine Basiserhebung für verschiedene Nutzungsarten, um lebensraumtypbezogene bodenbiologische Referenzdaten für einen guten ökologischen Bodenzustand zu sammeln, und die Etablierung eines bundesweiten Messnetzes (BMUV 2023a; S. 38).

Auffällig ist zudem, dass es international (global wie europäisch) noch wenig etablierte Indikatoren gibt, die regelmäßig publiziert werden und längerfristige Entwicklungen abbilden. Auf dieser Ebene wurden vor allem Indikatorideen zusammengetragen. Ein Grund dafür ist sicherlich, dass international einheitlich erhobene beziehungsweise aggregierbare Daten noch viel schwieriger zu akquirieren sind als bundesweit im föderalen Deutschland. Aber die Recherchen haben auch gezeigt, dass auf internationaler Ebene aktiv an Monitoringsystemen gearbeitet wird. Noch stellen Datenqualität sowie fehlende Daten und kurze Zeitreihen auf den internationalen Ebenen jedoch ein Hindernis dar.

3.3 Aktuelle Projekte und Aktivitäten zur Entwicklung neuer bodenbezogener Indikatoren auf nationaler und auf EU-Ebene

Der vorliegende Sachstandsbericht will einen Überblick über die bereits etablierten bodenbezogenen Indikatoren vermitteln und auch einen ersten Einblick in die aktuell laufenden Arbeiten zur Neu- und Weiterentwicklung von Bodenindikatoren geben. Hintergrund ist die Intention des UBA, Synergien und Möglichkeiten zur Zusammenarbeit aufzuzeigen und Doppelarbeit zu vermeiden. Die Zusammenstellung der aktuellen Projekte und Aktivitäten entstand auf Grundlage von Recherchen, Zuarbeiten, persönlichen Gesprächen und Telefonaten des UBA mit Akteurinnen*Akteuren anderer Institutionen und Forschungseinrichtungen, die sich mit bodenbezogenen Daten befassen. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielen Dank an alle, die daran mitgewirkt haben.

3.3.1 Forschungsprojekt „Ausbau und Weiterentwicklung bodenbezogener Indikatoren für die nationale und EU-weite Berichterstattung zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz“, FKZ: 3722742010

Steckbrief erstellt von Jeannette Mathews und Marc Marx, Umweltbundesamt (UBA) | Fachgebiet II 2.7, Stand: 05.09.2023; Kontakte: Marc Marx (marc.marx@uba.de), Jeannette Mathews (jeannette.mathews@uba.de)

Kurzbeschreibung: Das Projekt unterstützt die Bundesregierung bei der nationalen und EU-weiten Berichterstattung zu Fragen der Klimaanpassung und des Klimaschutzes mit Indikatoren aus bundesweiten, harmonisierten und qualitätsgesicherten Bodeninformationen. Im Fokus stehen Vorschläge für weitere Indikatoren, die beispielsweise das Berichtswesen zum Monitoring zur DAS unterstützen. Hier gibt es nach wie vor im Handlungsfeld Boden wichtige klimawandelrelevante Themenfelder, die sich noch nicht mit bundesweiten Bodendaten abbilden lassen.

Im Ergebnis der von BMUV und UBA beauftragten und finanzierten Forschungsaktivitäten liegen seit Juni 2022 Vorschläge für fünf neue bodenbezogene Indikatoren vor (siehe UBA-Text 67/2022: Konzeption und Umsetzung eines Klimafolgen-Bodenmonitoring-Verbunds für Bodenbiologie und organische Bodensubstanz¹²). Diese sind in Ergänzung zu bereits vorliegenden Indikatoren und zur bereits etablierten bodenbezogenen Indikatorberichterstattung zu sehen. Die nachfolgend genannten Arbeitspakete bauen darauf auf.

Projektziele und Arbeitspakete:

- ▶ Analyse und Aufarbeitung des Sachstands zu bodenbezogenen Indikatoren (tabellarischer Überblick und Statusbericht) und Veröffentlichung der Ergebnisse als UBA-Text unter dem Titel „Übersicht über Indikatoren in der bodenbezogenen Berichterstattung in Deutschland und der EU“
- ▶ Identifizierung und Verstetigung der für die Beurteilung der Bodenbiodiversität und der Darstellung der organischen Bodensubstanz geeigneten Indikatoren im Kontext zu klimabezogenen Fragestellungen durch
 - eingehende Prüfung der in einem Vorgängerprojekt erarbeiteten Vorschläge für neue bodenbezogene Indikatoren auf praktikable Umsetzbarkeit,
 - ein Fachgespräch zur Diskussion der Arbeitsergebnisse im Oktober 2023,
 - die finale Auswahl der geeigneten Indikatoren und darauf aufbauende Prozessdefinition für die praktische Anwendung.
- ▶ Nationale Tagung zu bodenbezogenen Indikatoren im April 2024 im UBA in Dessau

Projektlaufzeit: 01.12.2022-31.08.2024

Akteure: Durchführende Institutionen sind die ahu GmbH, die Bosch & Partner GmbH, das Forschungsinstitut gaiac e. V., FiBL Schweiz, das LfL Bayern und team ewen. Die Fachbetreuung hat das Umweltbundesamt | Fachgebiet II 2.7 Bodenzustand, Bodenmonitoring inne. Finanziert wird das Vorhaben durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV).

3.3.2 BENCHMARKS

Steckbrief erstellt von Carsten Paul, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Stand: 26.09.2023; Kontakt: Carsten.Paul@zalf.de

Kurzbeschreibung: BENCHMARKS zielt darauf ab, Indikatoren für das Monitoring der europa-weiten Bodengesundheit im Kontext von Landwirtschaft, Forstwirtschaft und städtischen Böden zu validieren und weiterzuentwickeln. Anhand von 24 europäischen Fallstudien wird gemeinsam ein transparenter, harmonisierter und kosteneffizienter Überwachungsrahmen entwickelt,

¹² <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/konzeption-umsetzung-eines-klimafolgen>

der den Bedürfnissen der verschiedenen Skalen und Nutzer*innen (von der lokalen bis zur europäischen Ebene) Rechnung trägt. Er wird mit Stakeholdern in Fallstudien getestet. Nutzer*innen können dabei Bodenfunktionen, Landnutzungen, pedoklimatische Bedingungen und Analysemaßstäbe (Stichprobe, Statistik und Raum) auswählen. Für weitere Informationen siehe: soil-healthbenchmarks.eu

Ziele: Die Ziele des BENCHMARKS-Projekts sind,

1. ein klares, einfach zu handhabendes, transparentes, harmonisiertes und kosteneffizientes Instrument zur Bewertung der Bodengesundheit bereitzustellen;
2. geeignete Indikatoren zu definieren, die für die Bewertung der Bodengesundheit für eine Reihe von Landnutzungsarten und Klimazonen in Europa relevant sind;
3. ein Indikatorensystem für die Bodengesundheit zu entwickeln, das auf verschiedenen Ebenen (vom Feld bis zur europäischen Ebene) in der Land- und Forstwirtschaft sowie in städtischen Gebieten eingesetzt werden kann;
4. einen Beitrag zur Verbesserung der bestehenden europäischen Politiken und Gesetze/Vorschriften im Bereich der Bodengesundheit zu leisten.

Projektlaufzeit: 2023-2028

Akteure: Es sind 29 Partnerorganisationen aus ganz Europa beteiligt. Darüber hinaus sind die Europäische Kommission, das JRC und Vertreter*innen aus dem Wirtschafts- und Landwirtschaftssektor involviert. Ebenfalls gehören das Soil Mission Board, die EUSO-Arbeitsgruppen für Daten und Monitoring sowie die European Soil Partnership dazu. Zusammen bilden diese Partner ein starkes, europaweites Konsortium mit einer Fülle von wissenschaftlicher Expertise auf dem Gebiet der Bodengesundheit.

3.3.3 MINOTAUR: Modellierung und Kartierung von Mustern und Funktionen der Bodenbiodiversität in ganz Europa

Informationen von der Webseite des FIS-Forschungsinformationssystems der Universität für Bodenkultur in Wien (BOKU), zusammengestellt von Jeannette Mathews, Umweltbundesamt (UBA) | Fachgebiet II 2.7, Stand: 28.09.2023; Kontakt: Dr. Rajasekaran Murugan, Institut für Bodenforschung an der Universität für Bodenkultur in Wien (rajasekaran.murugan@boku.ac.at)

Kurzbeschreibung und Ziel: MINOTAUR ist ein Teilprojekt des European Joint Programme Soil (EJP SOIL)¹³. Der aktuelle Stand und die Trends der Bodenbiodiversität in Europa sind kaum bekannt, und es werden angemessene taxonomische und funktionale Indikatoren benötigt, um die Anfälligkeit von Böden gegenüber dem Klimawandel zu bewerten. MINOTAUR zielt darauf ab, Modelle, Karten und politikrelevante Indikatoren mit validierten Referenzwerten für die Überwachung der Bodenbiodiversität und der damit verbundenen Funktionen bereitzustellen. Darüber hinaus wird es darauf abzielen, zu verstehen, wie landwirtschaftliche Praktiken zur Eindämmung des Klimawandels und zur Anpassung an den Klimawandel auf regionaler und nationaler Ebene in der gesamten EU beitragen können. Das Projekt wird mit relevanten EU-Forschungsprojekten, internationalen Bodenbiodiversitätsnetzwerken und Programmen zusammenarbeiten, um Bodenbiodiversitätsdaten zu harmonisieren und zu integrieren und zur Unterstützung langfristig harmonisierter EU-Bodeninformationen und internationaler Berichterstattung beizutragen. Weitere Informationen: <https://ejpsoil.eu/soil-research/minotaur>

Projektlaufzeit: 01.12.2021-30.11.2024

Akteure: BOKU | Institut für Bodenforschung sowie BOKU | Institut für Zoologie (ZOO)

¹³ https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&menue_id_in=300&id_in=13348

3.3.4 Entwicklung eines wirkungsorientierten Indikators zu internationalem Bodenschutz für die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (DNS)

Steckbrief erstellt von Dr. Anastasiia Gotgelf, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Stand: 05.09.2023; Kontakt: anastasiia.gotgelf@giz.de

Kurzbeschreibung: Im Rahmen der Agenda 2030¹⁴ wurden mit dem **Sustainable Development Goal (SDG) 15 „ökologische Ziele zum Leben an Land“** formuliert, um den negativen Trends des Verlustes gesunder Böden und der Landdegradation sowie den daraus resultierenden negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und Ökosystemleistungen entgegenzuwirken. Vor allem das Unterziel 15.3 betrifft den **nachhaltigen Umgang mit Land und Boden**, mit der Absicht, Desertifikation zu bekämpfen und Landdegradationsneutralität (LDN) zu erreichen. Deutschland trägt auf internationaler Ebene im Rahmen seines multilateralen Engagements (insbesondere Konvention der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Desertifikation, UNCCD¹⁵) und der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit (EZ) im Bereich Bodenschutz und nachhaltige Landnutzung zur Erreichung des Ziels in Partnerländern bei.

Hierzu wurde im Jahr 2021 ein neuer Indikator zu Investitionen in den internationalen Bodenschutz als Beitrag Deutschlands zur Umsetzung der UNCCD in die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) aufgenommen (DNS-Indikator 15.3.b). Dieser Indikator bildet nur die ausgezahlten Mittel (Bruttoentwicklungsausgaben) ab, wobei die Beiträge Deutschlands vor allem in Bezug auf aride und semi-aride Gebiete erfasst werden. Als ausgabenbasierter Indikator gibt er keinen Aufschluss über die Ergebnisse des Bodenschutzes und die Entwicklung der Bodenqualität. Die Ressorts vereinbarten jedoch, festgehalten in der DNS, eine Weiterentwicklung des Indikators zu einem wirkungsorientierten Indikator anzustreben.

Entsprechend dieser Vereinbarung hat das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) einen Vorschlag für einen neuen Indikator entwickelt, der im Sinne des SDG 15.3 über das bisherige Verständnis von internationalem Bodenschutz hinausgeht: **„Schutz, nachhaltige Nutzung und Wiederherstellung von Land (inklusive Wald)“**, gemessen in Hektar. Die Definition sowie die Datengrundlage des vorgeschlagenen Indikators gründen auf bestehenden Indikatoren in der Monitoring- und Evaluierungsarchitektur der deutschen EZ (die sogenannten BMZ-Standardindikatoren), mit denen die Beiträge zur nachhaltigen Landnutzung in den Themenfeldern Landwirtschaft (einschließlich Grünland), Waldwirtschaft und Biodiversitätserhalt erfasst werden. Die Hinwendung zur Wirkungsorientierung ermöglicht eine umfassendere Darstellung der Beiträge der gesamten deutschen EZ zur Erreichung der globalen LDN als Hauptziel der UNCCD-Konvention und damit zu SDG 15.3.

Ziel: Entwicklung eines wirkungsorientierten Indikators zum internationalen Bodenschutz für die Überarbeitung der DNS in 2023/2024.

Zeitplan: Der Vorschlag wird im Herbst 2023 benannt. Es erfolgt jedoch eine weitere Prüfung hinsichtlich der Aufbereitung und Darstellung der Daten.

Akteure: Innerhalb der Bundesregierung ist das BMZ federführend bei der Weiterentwicklung des Indikators. Derzeit wird geprüft, inwieweit die Beiträge der betroffenen Ressorts, die Teile ihrer politischen Maßnahmen mit Hilfe der EZ umsetzen (zum Beispiel BMUV, BMEL, gegebenenfalls weitere), in die Berechnung des Indikators einbezogen werden können.

¹⁴ <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>

¹⁵ <https://www.unccd.int/>

3.3.5 Entwicklung des Indikators „Bodenversiegelungsgrad“ (Imperviousness) für die DNS als Indikator zur Bodenqualität

Informationen von Kirstin Marx und Laurin Faust, Umweltbundesamt (UBA) | Fachgebiet II 2.7, Stand: 12.09.2023; Kontakt: kirstin.marx@uba.de

Kurzbeschreibung: Der geplante Indikator „Bodenversiegelungsgrad“ (Imperviousness) soll den Prozentsatz und die Veränderung der Bodenversiegelung darstellen. Er misst die Bedeckung der Bodenoberfläche mit undurchlässigem Material im Zuge von Stadtentwicklung und Infrastrukturausbau. Die Undurchlässigkeit wirkt sich negativ auf die biologische Vielfalt, die Kohlenstoffspeicherung und -bindung, die hydrologischen Eigenschaften des Bodens, die Ökosystemleistungen und den Ressourcenschutz aus. Kurz gesagt werden durch die Versiegelung von Böden deren natürliche Funktionen zerstört.

Ziele: Mit dem Indikator „Bodenversiegelungsgrad“ (Imperviousness) soll das Ziel kontinuierlich überprüfbar werden, dass Boden möglichst wenig versiegelt sein soll. Die fortschreitende Bodenversiegelung soll reduziert werden. Vermindert sich die Bodenversiegelung, erhöht sich der Durchlässigkeitsgrad beziehungsweise der Anteil der Flächen mit Vegetationsbedeckung. Nur unversiegelte Böden können ihre natürlichen Funktionen erfüllen und Ökosystemleistungen bereitstellen.

Zeitplan: Der Indikatorvorschlag befindet sich aktuell noch im Abstimmungsprozess. Die Daten für den Indikator werden seit 2006 in einem 3-jährigen Intervall erhoben. Als Nächstes werden Daten für das Berichtsjahr 2021 verfügbar sein (voraussichtlich im 4. Quartal 2024).

Akteure: Copernicus Land Monitoring Service (CLMS); der CLMS wird gemeinsam von der Europäischen Umweltagentur (EEA) und dem Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission implementiert. Wichtige deutsche Akteure bei der künftigen Umsetzung wären BMUV, BMEL, Destatis, BMZ, UBA, Thünen-Institut, JKI, GIZ und andere.

3.3.6 BonaRes – Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie

a) Quantitative Evaluierung von Bodenfunktionen auf der Skala Deutschlands

Hinweise und Informationen von Dr. Ute Wollschläger, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Stand: 15.09.2023; Kontakt: ute.wollschlaeger@ufz.de

Kurzbeschreibung: In der Publikation von Vogel et al. (2019) wurde eine Methodik zur Evaluierung der Bodenfunktionen Produktivität, Kohlenstoffspeicherkapazität und Wasserspeicherkapazität erarbeitet, wobei standortspezifisch zwischen Potenzial und Zustand unterschieden wird. Diese Methodik wird aktuell auf Deutschlandskala anhand der Daten der BZE-Landwirtschaft getestet.

Ziele: Evaluierung der Bodenfunktionen, später: Erarbeitung von Maßnahmen zur Optimierung der Bodenfunktionen für die praktische Landwirtschaft, gegebenenfalls auch für Raumplanung und Politik

Zeitplan: laufend bis 2025

Akteure: BonaRes-Zentrum für Bodenforschung/UFZ (Ute Wollschläger, Hans-Jörg Vogel, Ulrich Weller), Thünen-Institut (Christopher Poeplau, Axel Don), LfL Bayern (Martin Wiesmeier)

b) Pilze als Indikatoren

Hinweise und Informationen von Nicolas Brüggemann, Forschungszentrum Jülich (FZ Jülich), Stand: 07.09.2023; Kontakt: Dr. Julien Roy (royjulien@zedat.fu-berlin.de), Prof. Dr. Matthias C. Rillig (rillig@zedat.fu-berlin.de)

Kurzbeschreibung: Es wird die Pilzvielfalt im Boden (die gesamte Pilzvielfalt und auch speziell die arbuskulären Mykorrhizapilze, AMF) mithilfe von neuesten molekularbiologischen Methoden charakterisiert, um Pilztaxa zu identifizieren, die unter verschiedenen Umweltbedingungen und Standortmanagement selektiv auftreten. Es werden multivariate Analysen zur Identifizierung dieser Taxa eingesetzt und an der Entwicklung einer präzisen und genauen taxonomischen Identifizierung dieser Taxa unter Verwendung eines phylogenetischen Rahmens gearbeitet.

Ziele: Ziel ist es, Pilztaxa und Eigenschaften der Gemeinschaftsstruktur (zum Beispiel Diversität) zu ermitteln, die Aufschluss über die Bedingungen an einem Standort geben, das heißt mikrobielle Indikatoren.

Zeitplan: Bis Ende 2023 erfolgt die Generierung weiterer mikrobieller Daten und deren Analyse; bis März 2024 die Identifizierung von mikrobiellen Indikatoren, falls vorhanden.

Akteure: Dr. Julien Roy, Prof. Matthias Rillig, Freie Universität Berlin (FU)

c) Bakterien/Archaeen als Indikatoren

Hinweise und Informationen von Nicolas Brüggemann, Forschungszentrum Jülich (FZ Jülich), Stand: 07.09.2023; Kontakt: Prof. Dr. Michael Schlöter (schloter@tum.de)

Kurzbeschreibung: Mikrobielle Umsetzungsprozesse steuern die Verfügbarkeit von pflanzen-nutzbarem Stickstoff. Gleichzeitig sind mikrobielle Transformationen für Stickstoffverluste aus Böden durch Auswaschung von Nitrat oder die Emission von gasförmigen Stickstoff-Verbindungen verantwortlich. Entsprechend ist der mikrobielle Stickstoffumsatz ein wichtiger Parameter für eine nachhaltige und ressourcenschonende Landwirtschaft. Es wird eine metagenomische Analyse mit Schwerpunkt auf Bodenprokaryoten (Bakterien und Archaeen), die am Stickstoffkreislauf des Bodens beteiligt sind, in Abhängigkeit von Bodentyp, Klima und landwirtschaftlichem Management durchgeführt. Hierfür werden die jeweiligen Schlüsselgene für Stickstoff-Mineralisierung, Stickstoff-Fixierung, Nitrifikation und Denitrifikation mittels aus dem Boden direkt extrahierter DNA (basierend auf ISO 11063:2020) und quantitativer Polymerase-Kettenreaktion (PCR) erfasst. Die Rolle der Bodenarchaeen wird hierbei besonders genau untersucht, da sie unter Trockenstress wichtige Funktionen von bakteriell dominierten Gemeinschaften übernehmen und somit eine wichtige Rolle bei der Widerstandsfähigkeit des Systems Pflanze-Boden-Mikroorganismen und der Erholung von Trockenheit spielen könnten.

Ziele: Das Ziel ist die Entwicklung eines Testsystems zur Ermittlung von Indikatorensets, die das Potenzial eines Bodens für die wichtigsten Prozesse, die dem mikrobiellen Stickstoffumsatz zu Grunde liegen, erfassen und deren Abhängigkeit von Bodentyp und Management sowie deren Reaktion auf Extremereignisse genauer beschreiben. Die Testsysteme sollen so ausgelegt sein, dass sie von landwirtschaftlichen Untersuchungslabors genutzt werden können. Die Kosten pro Test für alle Markergene sollen circa 50 Euro betragen.

Zeitplan: Im Rahmen der BonaRes-Projekte INPLAMINT (www.inplamint.de) und SUSALPS (www.susalps.de) wurden bereits die entsprechenden molekularen Tools zur Erfassung der Schlüsselgene etabliert und auf deren Nutzbarkeit getestet. Es wurden robuste Standard Operating Procedures (SOPs) entwickelt, die in die ISO 17601:2016¹⁶ im Rahmen der regelmäßigen Überarbeitung der Norm integriert werden sollen. In einem nächsten Schritt können dann diese Verfahren genutzt werden, um Grenzwerte in Bezug auf Bodenqualität zu definieren. Hierzu müssen auch Fragen der zeitlichen und räumlichen Variabilität adressiert werden.

¹⁶ <https://www.iso.org/standard/60106.html>

Akteure: Prof. Michael Schlöter (Technische Universität München (TUM) / Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt).

3.3.7 Bundesweite Daten zur Bodenfeuchte im Wald

Steckbrief erstellt von Dr. Mathias Herbst, Deutscher Wetterdienst (DWD) | Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung, Stand: 26.09.2023; Kontakt: Mathias.Herbst@dwd.de

Kurzbeschreibung: Bundesweite Daten der Bodenfeuchte im Wald bis in zwei Meter Tiefe berechnet der DWD auf einem 1x1-km-Raster für alle diejenigen Rasterpunkte, an denen tatsächlich Wald vorkommt. Dabei wird zunächst zwischen Laub-, Nadel- und Mischwald unterschieden, eine weitere Differenzierung ist bereits in Vorbereitung. Die Berechnungen erfolgen mit dem im Forstbereich vielfach verwendeten Modell LWF_BROOK90. Allerdings sind diese Daten aktuell noch nicht verfügbar, sondern noch Gegenstand einer umfangreichen Plausibilitätskontrolle beziehungsweise einer punktuellen Validierung mit Messdaten verschiedener Landesbehörden sowie aus den TERENO¹⁷- und ICOS¹⁸-Messnetzen. Einmal im Jahr erhält der Bodenfeuchteviewer des DWD ein Update, beziehungsweise er wird um neue Komponenten erweitert. Ab 2024 wird die Bodenfeuchte im Wald dort integriert sein und für das nächste Update, spätestens zum 01.10.2024, werden die Daten öffentlich zur Verfügung stehen.

Projektlaufzeit: 2023-2025

Akteure: Deutscher Wetterdienst | Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung; Bodendaten Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

3.3.8 Biologische Bodenzustandserhebung im Wald (BBZE-Wald)

Informationen von Dr. Nicole Wellbrock, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Stand: 01.09.2023; Kontakt: nicole.wellbrock@thuenen.de

Kurzbeschreibung: Gemeinschaften von Bodenorganismen wie Pilze, Bakterien, Springschwänze, Hornmilben und Regenwürmer sind eine treibende Kraft der großen biogeo-chemischen Kreisläufe terrestrischer Ökosysteme und fördern intakte Bodenstrukturen in Wäldern. Damit sind sie wichtig für Ökosystemfunktionen wie die Kohlenstoffspeicherung und unterstützen die Resilienz von Wäldern gegenüber dem Klimawandel.

Ziele: Mit der „Biologischen Bodenzustandserhebung im Wald“ (BBZE-Wald) soll ein systematisches Monitoring entstehen, um Zusammenhänge zwischen standörtlichen Gegebenheiten und Bodenorganismen untersuchen zu können sowie deren Veränderungen während des Klimawandels zu dokumentieren. Auch soll untersucht werden, inwieweit biologische Bodenindikatoren für die Stabilität und Resilienz von Waldökosystemen entwickelt und angewandt werden können.

Projektlaufzeit: 2023-2026

Akteure: Thünen-Institut für Waldökosysteme; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)

3.3.9 Ökosystemfunktionen in Waldböden

Informationen von Dr. Nicole Wellbrock, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Stand: 01.09.2023; Kontakt: nicole.wellbrock@thuenen.de

¹⁷ Terrestrial Environmental Observatories: <https://www.tereno.net/>

¹⁸ Integrated Carbon Observation System: <https://www.icos-cp.eu/>

Kurzbeschreibung: Anhand verschiedener Daten der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE Wald) im Bereich Bodenchemie und Bodenphysik sollen Indikatoren für Ökosystemfunktionen entwickelt und berechnet werden.

Insbesondere folgende Funktionen werden betrachtet:

1. Standort zur Biomasseproduktion
2. Speicherung, Filterung und Umwandlung von Nährstoffen und Schadstoffen
3. Wasserqualität und -quantität
4. Biodiversitätspool als Habitat, Arten und Gene
5. Kohlenstoffspeicherung

Ziele: Ableitung von Ökosystemleistungen von Waldböden anhand der dritten BZE Wald

Projektlaufzeit: 2024-2028

Akteure: Thünen Institut für Waldökosysteme; Bund-Länder-Arbeitsgruppe (BLAG) BZE Wald

3.3.10 HotSpots der Bodenerosionsgefährdung in Deutschland

Steckbrief erstellt von Dr. Bastian Steinhoff-Knopp, Thünen-Institut | Stabsstelle Klima und Boden, Stand: 13.09.2023; Kontakt: bastian.steinhoff-knopp@thuenen.de

Kurzbeschreibung: Bodenerosion durch Wasser gilt europaweit als eine der größten Gefährdungen für landwirtschaftlich genutzte Böden und bedroht langfristig die Ertragsfähigkeit und Ernährungssicherheit. Die Gefährdung gegenüber Bodenerosion variiert innerhalb Deutschlands stark und hängt neben natürlichen Faktoren auch von der Bewirtschaftung ab. In dem Projekt „HotSpots der Bodenerosionsgefährdung in Deutschland“ sollen mit dem empirischen Modell ABAG Gefahrenbereiche der Wassererosion bundesweit vorhergesagt und gefährdete Böden identifiziert werden. Hierbei liegt ein besonderer Fokus auf der Entwicklung von Methoden zur raum-zeitlich hochauflösenden Berücksichtigung des Einflusses der Bewirtschaftung auf den Bodenabtrag (ABAG C-Faktor) durch die Verwendung von Fernerkundungs- und Agrarstatistikdaten. Der ABAG-C-Faktor kann als Indikator genutzt werden, um die Reduzierung des potenziellen Bodenabtrags durch die Kulturarten- und Bodenbewirtschaftung zu bewerten.

Ziele:

- ▶ Ausweisung von HotSpots der Bodenerosionsgefährdung durch Wasser mit einer deutschlandweit einheitlichen Methodik auf Basis der ABAG
- ▶ Verwendung von Fernerkundungs- und Agrarstatistikdaten zur besseren Berücksichtigung von angebauten Ackerkulturen/Kultursequenzen und Bearbeitungsmethoden; Erstellung und Veröffentlichung eines flächendeckend hoch-aufgelösten ABAG-C-Faktor-Produktes
- ▶ Monitoring der zeitlichen Veränderung der Gefährdungsentwicklung
- ▶ Abschätzung des Einflusses von Klima- und Landnutzungsänderungen sowie des Einflusses von Schutzmaßnahmenkonzepten auf das Bodenerosionsrisiko

Projektlaufzeit: 02.2022–02.2026, Veröffentlichung des ABAG-C-Faktor-Produkts bis Ende 2023

Akteure: Thünen-Institut für Betriebswirtschaft | AG Fernerkundung; Thünen-Institut | Stabsstelle Klima und Boden

3.3.11 Projekt zur Identifikation von PSM-Wirkstoffen für das Boden Monitoring und auch die Priorisierung von Schadstoffen

Informationen von Pia Kotschik, Umweltbundesamt (UBA) | Fachgebiet IV 1.3, Stand: 05.09.2023; Kontakt: Pia.Kotschik@uba.de

Die Definition von prioritären Stoffen sollte zukünftig mit der Ableitung von Grenzwerten verbunden werden. Dieser Schritt ist im UBA bislang noch nicht erfolgt, aber es gibt hierzu Publikationen aus der Schweiz, die auch einen Überblick über bestehende Grenzwerte vermitteln.

Kurzbeschreibung: Vorliegende Daten aus Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel (PSM)-Wirkstoffe in Deutschland wurden anhand ihrer Stoffeigenschaften zu Persistenz, Adsorptionsverhalten, Toxizität und Anwendungshäufigkeit analysiert. Berechnet wurde das „intrinsische Gefährdungspotenzial“, das auf Basis von Stoffeigenschaften errechnet wird. Parallel hierzu wurde der „Toxic load“ berechnet, der neben dem Akkumulationsverhalten und der Toxizität die Verkaufsmengen von PSM-Wirkstoffen in Deutschland berücksichtigt.

Ziele: Identifikation von PSM-Wirkstoffen für das Boden-Monitoring und auch die Priorisierung von Schadstoffen

Zeitplan: vorerst abgeschlossen für PSM (2019-2023)

Akteure: Eigenforschungsvorhaben des UBA in Zusammenarbeit der Fachgebiete IV 1.3 (Pia Kotschik, Olivia Roithmeier und Lisa Noll), II 2.6 (Tatjana Schneckenburger (seit 2023 nicht mehr im UBA tätig) sowie Fachgebiet IV 2.1 (Thomas Gräff)

4 Informationsbedarf im Hinblick auf bodenbezogene politische Ziele

4.1 Zusammenstellung der bodenbezogenen politischen Ziele in fachlich relevanten Strategiepapieren

Zur Identifikation der Ansatzpunkte künftiger Indikatorentwicklungen wurde der Informationsbedarf auf nationaler und auf EU-Ebene anhand der bodenbezogenen politischen Ziele von 13 Strategiepapieren erhoben, die in Tabelle 6 gelistet sind. Es handelt sich dabei um Strategiepapiere aus der Umweltpolitik, der Klimafolgenanpassungspolitik, der Land- und Forstwirtschaftspolitik, der Raumordnungspolitik sowie der Wirtschafts- beziehungsweise Rohstoffpolitik.

Tabelle 6: Überblick über die gesichteten Strategiepapiere

Dokument	Ebene	Jahr	Quellenangabe
Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt*	Deutschland	2007	BMUB 2007
Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel*	Deutschland	2008	Die Bundesregierung 2008
Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland	Deutschland	2016	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016
Rohstoffstrategie der Bundesregierung	Deutschland	2019	BMWi 2019
Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie – Weiterentwicklung 2021	Deutschland	2020	Die Bundesregierung 2020
Nationale Bioökonomiestrategie	Deutschland	2020	BMBF und BMEL 2020
Ackerbaustrategie 2035	Deutschland	2021	BMEL 2021a
Waldstrategie 2050	Deutschland	2021	BMEL 2021b
EU-Biodiversitätsstrategie für 2030	Europa	2020	Europäische Kommission 2020a
„Vom Hof auf den Tisch“ – eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem	Europa	2020	Europäische Kommission 2020b
EU-Bodenstrategie für 2030	Europa	2021	Europäische Kommission 2021a
Neue EU-Waldstrategie für 2030	Europa	2021	Europäische Kommission 2021b
Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand von Flächen (GLÖZ-Standards) der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union	Europa	2023	Bundesrepublik Deutschland 2023

Quelle: eigene Zusammenstellung

* Seit Ende 2019 wird an einer Neuauflage der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt gearbeitet (BfN 2023). Auch die DAS soll fortgeschrieben werden. Aktuell läuft unter anderem ein Prozess zur Definition quantifizierter Ziele für die DAS. Eine künftige Aktualisierung/Fortführung der Tabellen in Kapitel 4.2 und Anhang B sollte dies berücksichtigen (siehe auch Seite 43).

Die den Strategien entnommenen Einzelziele sind in Tabelle 14 im Anhang B.1 wörtlich wiedergegeben. Hier werden alle identifizierten bodenbezogenen Einzelziele unter Angabe der Quelle, des Zieljahrs/-zeitraums, des Themenfelds sowie der Art des Ziels (Handlungsziel oder Qualitätsziel) gelistet.

In vielen der ausgewerteten Strategiepapiere sind die politischen Ziele nicht eindeutig als solche benannt. Sie stehen dann beispielsweise im Fließtext verbunden mit Zustandsbeschreibungen oder Visionen, wie in der DAS. Zum Teil finden sich in den Strategiepapieren auch Maßnahmen, die eher einen Zielcharakter haben. Als Beispiel soll das Ziel 46 in Tabelle 14 genannt werden. Diese „Maßnahme“ der Deutschen Rohstoffstrategie beschreibt das Ziel, einen internationalen Prozess zur Erarbeitung eines Leitfadens zu ökologischen Sorgfaltspflichten in Rohstofflieferketten zu initiieren. Die eigentlichen Maßnahmen, wie dieser Prozess initiiert werden soll, sind nicht genannt. Die Autorinnen*Autoren dieses Berichtes haben daher entschieden, in Tabelle 14 zunächst eher großzügig Ziele festzuhalten, auch wenn sie nicht konkret als solche benannt werden, um einen möglichst vollständigen Überblick über die bodenbezogenen Ziele zu erhalten, die in den gesichteten Strategiepapieren angelegt sind. Wo jedoch die Ziele eines Strategiepapiers eindeutig als solche benannt werden, wie etwa in der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS), ist die Zusammenstellung auf eben diese beschränkt.

Insgesamt wurden in den 13 gesichteten Strategiepapieren 127 Einzelziele mit Bodenbezug identifiziert. In den unterschiedlichen Strategiepapieren kommen zum Teil die gleichen Ziele vor oder Ziele sind ähnlich formuliert beziehungsweise haben die gleiche Zielrichtung. Das ist immer dann von Bedeutung, wenn verschiedene Sektorpolitiken an einem Ziel mitwirken. Es war somit sinnvoll, die Einzelziele vor der Beantwortung der Frage, zu welchen relevanten politischen Zielen mit den bestehenden Indikatoren berichtet werden kann und wo zusätzlicher Informationsbedarf besteht, zusammenzufassen und zu clustern. Dies ist in Tabelle 15 in Anhang B.2 geschehen. Diese Tabelle bietet einen Überblick über die grundsätzlichen politischen Ziele unterteilt nach Qualitätszielen (QZ) und Handlungszielen (HZ) und strukturiert nach den Themenfeldern Bodenwasserhaushalt (BW), Bodenstoffhaushalt (BS), Bodenstruktur (BU), Bodenbiodiversität (BB) und Landnutzung (LN), also den Themenfeldern, die schon der Strukturierung der Indikatoren und Indikatorideen dienen (siehe Kapitel 3.1). Das Themenfeld Bodentemperatur erscheint in der Tabelle nicht mehr, da die analysierten Strategiepapiere zu diesem Themenfeld keine Ziele benennen. Neben den bekannten Themenfeldern enthält Tabelle 15 auch themenfeldübergreifende politische Ziele (TÜ), die mindestens drei bis alle Themenfelder berühren. Zu den themenfeldübergreifenden Handlungszielen zählen die Autorinnen*Autoren dieses Berichts auch die Ziele „Nutzung der Instrumente der Raumordnung zum Schutz/Erhalt von (unbeeinflussten) Böden“ und „Nutzung von rechtlich-regulatorischen Instrumenten gegen Spekulationen auf dem Bodenmarkt“. Diese könnten zwar auch zu den Zielen im Themenfeld Landnutzung gezählt werden, jedoch lassen sie sich hier keinem einzelnen Qualitätsziel zuordnen.

Grundsätzlich ist Tabelle 15 so aufgebaut, dass sie einem oder mehreren Qualitätszielen konkrete Handlungsziele zuordnet. Dabei sind auch Qualitätsziele formuliert worden, wenn die Strategiepapiere zu einem Thema nur Handlungsziele enthalten. In der Spalte „Einzelziele“ werden die zusammengefassten Einzelziele angegeben (die Ziffern geben die laufenden Nummern aus Tabelle 14 wieder). Bei Qualitätszielen, die sich so nicht in den Strategiepapieren wiederfinden, sondern aus den dort enthaltenen Handlungszielen abgeleitet sind, ist diese Spalte leer. Es werden zudem Verbindungen/Synergien zwischen den Zielen benannt. Diese geben an, wo zusammengefasste Ziele miteinander in Beziehung stehen beziehungsweise sich gegenseitig beeinflussen. Nur für die themenfeldübergreifenden Ziele wurden solche Verbindungen/Synergien nicht benannt, da diese letztlich in alle anderen Themenfelder hineinspielen.

Aus der Zusammenstellung der Ziele lassen sich erste allgemeine Aussagen zum Informationsbedarf ableiten:

Bodenbezogene Ziele finden sich in vielen sektorpolitischen Strategiepapieren. Zum Teil sind die gleichen Ziele in mehreren Sektoren verankert. Die Nutzung der gleichen bodenbezogenen Indikatoren in verschiedenen Berichtsformaten ist folglich sinnvoll und sollte langfristig angestrebt werden.

Bodenbezogene politische Ziele finden sich in zahlreichen Strategiepapieren. Da der Boden im wörtlichen Sinne die Grundlage des Wohnens, der Mobilität und des Wirtschaftens ist, ist das sinnvoll und notwendig. Dabei wiederholen sich zahlreiche Ziele in verschiedenen Strategiepapieren. Verschiedene Sektorpolitiken arbeiten also im Rahmen ihrer Handlungsspielräume auf die gleichen Ziele hin. Folglich kann es sinnvoll sein, bei der Ausgestaltung eines Indikatorensystems zu einem Strategiepapier auch auf bestehende Indikatoren aus anderen Sektoren zurückzugreifen.

Politische Ziele gibt es zu fast allen Bodenschutz-Themenfeldern. Dementsprechend wird ein breites Set an Indikatoren gebraucht, um die Zielerreichung zu monitoren.

Im Rahmen der Analyse der in Tabelle 6 gelisteten Strategiepapiere wurden 127 Einzelziele identifiziert. Diese wurden zu 58 zusammengefassten Zielen aggregiert, wobei diese zum Teil hierarchisch aufgebaut sind. Dies ist an der Nummerierung der zusammengefassten Ziele zu erkennen. So ist das Ziel BS 1.6.2.1 beispielsweise Teil des Ziels BS 1.6.2, das wiederum Teil des Ziels BS 1.6 ist.

Zu fast allen für die Analysen dieses Berichts definierten Themenfeldern gibt es politische Ziele. Unterhalb der Themenfelder lassen sich 13 Einzelthemen identifizieren, die anhand der zugeordneten Qualitätsziele charakterisiert werden können:

1. Stabiler Bodenwasserhaushalt
2. Schadstofffreie Böden
3. Kohlenstoffbindung im Boden / Erhalt der organischen Bodensubstanz
4. Geringe oder keine Bodenerosion
5. Geringe oder keine Bodenschadverdichtung
6. Keine Wüstenbildung
7. Erhalt/Zunahme der (Boden-)Biodiversität
8. Unversiegelte Böden
9. Moore in natürlicher Entwicklung, die als Nährstoff- und CO₂-Senke wirken
10. Vorhandensein von (hochwertigem) Grünland als Kohlenstoffspeicher und für den Artenschutz
11. Durch die landwirtschaftliche Praxis nur wenig geschädigte Böden
12. Durch die forstwirtschaftliche Praxis nur wenig geschädigte Böden
13. Durch Rohstoffabbau unbeeinflusste Böden

Die Zusammenstellung zeigt die Bandbreite der Bodenschutzthemen, die die sektoralen Politiken adressieren. Entsprechend vielfältig ist der daraus entstehende Informationsbedarf, den die Monitoringsysteme mit ihren Indikatoren bedienen sollten. Die Erkenntnis aus Kapitel 3, dass es ein Set aus Indikatoren braucht, um den Bodenzustand und die Bodengesundheit vollumfänglich abzubilden, wird hier bestätigt.

Politische Ziele werden nur selten explizit als solche benannt, insbesondere in europäischen Strategiepapieren ist die Identifikation derselben und damit die Ableitung des aus ihnen resultierenden Informationsbedarfs mit Hürden verbunden.

Für Analysen wie die im vorliegenden Bericht sowie für das Monitoring der Zielerreichung mithilfe von Indikatoren ist es wertvoll, wenn politische Ziele klar als solche benannt sind. Dies war in den gesichteten Strategiepapieren nicht immer der Fall, wie auch die umfangreichen Hinweise zu Tabelle 14 auf den Seiten 157f zeigen. Häufig stehen die politischen Ziele im Fließtext der Strategiepapiere, insbesondere bei den gesichteten EU-Strategien. Hier sind sie nicht immer eindeutig von Visionen, Zustandsbeschreibungen, unverbindlichen Absichtserklärungen oder als erstrebenswert beschriebenen Zukünften zu trennen. Wenn bodenbezogene Indikatoren aber dazu dienen sollen, zu bodenbezogenen Zielen und deren Erreichung zu berichten, müssen die Ziele klar erkennbar sein. Dies ist Voraussetzung für den ersten Schritt der Ausgestaltung des benötigten Indikatorensets: Zu welchen Themen/Zielen sollen Indikatoren entwickelt werden?

Die eher unkonkrete Formulierung vieler bodenbezogener politischer Ziele erschwert die Ermittlung des Informationsbedarfs.

Die NBS (BMUB 2007) gehört zu den wenigen Strategiepapieren, in denen die Ziele klar benannt sind und fast alle auf ein Zieljahr oder einen Zielzeitraum hin verweisen. Sie sind zwar keineswegs alle SMART (vgl. Seite 17) und ohne Interpretationsspielraum formuliert, wie folgendes Beispiel zeigt: „Bis 2020 sind wesentliche Teile der heute intensiv genutzten Niedermoores extensiviert und weisen nur noch Grünlandnutzung auf. Typische Lebensgemeinschaften entwickeln sich wieder“ (BMUB 2007; S. 37). Trotzdem sind die meisten in dieser Strategie enthaltenen bodenbezogenen Ziele so formuliert, dass man ihr Erreichen mithilfe von Indikatoren (ausreichende Datenverfügbarkeit vorausgesetzt) darstellen könnte.

Anders ist das beispielsweise in der Rohstoffstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2019 (BMWi 2019). Hier sind die Ziele nicht als solche benannt und so formuliert, dass sie einen sehr großen Interpretationsspielraum lassen. So ist hier zu lesen: „Dabei strebt die Bundesregierung an, zukünftig der Substitution von Primärrohstoffen durch Sekundärrohstoffe einen möglichst breiten Raum zu geben“ (BMWi 2019; S. 12). Ob, wann oder zu welchen Teilen dieses Ziel erreicht ist, kann mit Indikatoren nicht abgebildet werden, da hierfür der Raum definiert werden müsste, den die Bundesregierung dem angesprochenen Thema gibt. Möglicherweise kann zwar ein Indikator zur Verwendung von Sekundärrohstoffen entwickelt werden, doch ist die Bewertung der Zielerreichung dennoch unmöglich.

Bei der Rohstoffstrategie der Bundesregierung fällt zudem auf, dass der Begriff „Boden“ nur als Teil der Wörter „Bodenschätze“, „Bodenaushub“ und „Meeresbodenbehörde“ auftaucht. Obwohl der Rohstoffabbau ein für das Umweltmedium Boden sehr relevantes Thema ist, wird der Boden selbst nicht konkret angesprochen. Umweltbezogene Ziele sind in dieser Strategie grundsätzlich sehr allgemein formuliert. Es wird von „Umwelt“ und „Nachhaltigkeit“ gesprochen, ohne dies genauer zu definieren.

Wenn Monitoringsysteme dazu dienen sollen, die Erreichung oder Verfehlung von bodenpolitischen Meilensteinen und Zielen abzubilden und so eine Bestätigung oder Korrektur politischen Handels zu ermöglichen, ist es wichtig, dass die Ziele konkret, möglichst SMART, formuliert sind. Dies vereinfacht nicht nur die konzeptionelle Arbeit bei der Indikatorentwicklung (Welcher Fokus soll gesetzt werden? Welche Parameter sollen einbezogen werden? Welche zeitliche und räumliche Auflösung müssen die Daten haben?), sondern ermöglicht auch eine zielgerichtete Bewertung der Indikatorwerte.

Die Analyse kann nur den aktuellen Stand der Entwicklung politischer Strategien wiedergegen. Mit neuen Erkenntnissen, neuen Entwicklungen bei den relevanten Umweltthemen und -problemen sowie den damit verbundenen Handlungserfordernissen werden Strategien fortgeschrieben oder auch neue Strategien aufgelegt.

Zwei der gesichteten Strategiepapiere befinden sich aktuell in Überarbeitung, sodass der künftige Informationsbedarf zu prüfen ist. Es handelt sich dabei um die NBS und die DAS.

Die Überarbeitung und Weiterentwicklung der NBS war auch deshalb notwendig, weil „viele der 330 Qualitäts- und Handlungsziele der NBS 2007 [...] mit Blick auf das bereits verstrichene Zieljahr 2020 nicht oder nur unzureichend erreicht werden [konnten]“ (BfN 2023). In einem breit angelegten Beteiligungsprozess entsteht seit 2019 die NBS 2030, um die NBS 2007 als zentrale Naturschutzstrategie der Bundesregierung abzulösen (BfN 2023). Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) schreibt hierzu: „Die neue Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS 2030) wird in Umfang, Struktur und Komplexität vereinfacht, wie beispielsweise eine begrenzte Anzahl prägnanter übergeordneter Ziele zu jedem Handlungsfeld, so dass sie für die Akteursgruppen einfacher zugänglich ist. Die Neukonzeption sieht eine längerfristig ausgerichtete Strategie bis 2030 mit klar formulierten Qualitäts- und grundlegenden Handlungszielen sowie kurzfristig ausgerichtete nationale Aktionspläne mit konkreten Maßnahmen vor“ (BfN 2023). Es kann also erwartet werden, dass die Ziele der NBS auch künftig so formuliert sind, dass ihre Erreichung mit Indikatoren überwacht werden kann.

Auch die Weiterentwicklung der DAS wird von einem Beteiligungsprozess begleitet, in den unter anderem die Bundesländer, Verbände und Bürger*innen einbezogen werden. Ergebnis soll eine vorsorgende Klimaanpassungsstrategie sein, die „unter anderem messbare Ziele und Indikatoren für die Zielerreichung [enthält]“ (BMUV 2023b; S. 1). Die Strategie soll im Jahr 2025 vorgelegt werden (BMUV 2023b; S. 8). Die Ressorts übernehmen die Ausarbeitung der Ziele und Indikatoren in den DAS-Handlungsfeldern ihrer jeweiligen Zuständigkeit und bringen diese dann in die Diskussion ein. Federführend für das Cluster Land und Landnutzung, zu dem das Handlungsfeld Boden gehört, sind das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und das BMUV. Das UBA wirkt an der Zielformulierung zum Handlungsfeld Boden mit. Bei der Zielformulierung werden im Falle der Weiterentwicklung der DAS auch gleich geeignete Indikatoren zur Überprüfung der Zielerreichung mit diskutiert. Dabei wird es zahlreiche Schnittstellen mit den bereits etablierten Indikatoren des DAS-Monitorings geben.

Wenn die beiden überarbeiteten Strategien veröffentlicht sind, muss der aus ihnen erwachsende Informationsbedarf neu bewertet werden.

4.2 Zusammenstellung des bestehenden Informationsbedarfs im Hinblick auf die politischen Ziele

Für die Analyse des noch bestehenden spezifischen Informationsbedarfs, der sich aus den Zielen der 13 gesichteten Strategiepapiere ergibt, wurden in einem ersten Schritt die zusammengetragenen Indikatoren und Indikatorideen (siehe Kapitel 3) den zusammengefassten und geclusterten Zielen (siehe Tabelle 15) zugeordnet. Dabei galten folgende Regeln:

- Ein Indikator / eine Indikatoridee kann mehreren Zielen zugeordnet werden.
- Nicht alle in Anhang A.1 gelisteten Indikatoren und Indikatorideen müssen Zielen zugeordnet werden. (Es finden sich hier auch Indikatoren/Indikatorideen, mit denen zu keinem der zusammengefassten politischen Ziele aus Anhang B.2 berichtet werden kann.)

- Den zusammengefassten Zielen können jeweils mehrere Indikatoren und Indikatorideen zugeordnet werden.
- Die Felder der Ziele, zu denen weder Indikatoren noch Indikatorideen recherchiert werden konnten, bleiben leer. Dabei ist zu beachten, dass mit wenigen Ausnahmen ausschließlich Bodenzustandsindikatoren recherchiert wurden, keine Handlungsindikatoren (siehe hierzu auch Kapitel 3.1, insbesondere Tabelle 2). Dementsprechend kann mit den zusammengetragenen Indikatoren fast nur zur Qualitätszielen berichtet werden. Die Handlungsziele sind der Vollständigkeit halber aber in den Tabellen gelistet.

Im Folgenden wird für jedes Themenfeld sowie die themenfeldübergreifenden Ziele tabellarisch dargestellt, mit welchen Indikatoren bereits zu ihnen berichtet wird beziehungsweise welche Indikatoren in Entwicklung sind, um dies künftig zu tun. Die Tabellen enthalten jeweils den Titel des Indikators / der Indikatoridee sowie die aus Tabelle 13 übernommenen Hinweise zur Datenbasis und zum Fokus. Indikatoren werden darüber hinaus getrennt nach Indikatoren aus bundesweiten oder europäischen Monitoringsystemen sowie den Monitoringsystemen der Bundesländer dargestellt. Diese Tabellen geben erste Hinweise auf noch bestehenden Informationsbedarf: Wo fehlen Indikatoren? Wo bilden die bestehenden Indikatoren ein Thema nur räumlich oder inhaltlich beschränkt ab? Wo wird noch auf modellierte Daten zurückgegriffen, weil gemessene Daten fehlen?

Basierend hierauf und anknüpfend an die Indikator-Steckbriefe (Anhang A.2) sowie das Wissen der Autorinnen*Autoren um die fachlichen Diskussionen zur Indikatorentwicklung aus den vergangenen Jahren werden bestehende Informationsbedarfe textlich beschrieben und Ansatzpunkte für die künftige Arbeit zur (Weiter-)Entwicklung von Indikatoren in den Themenfeldern genannt.

Themenfeldübergreifende Ziele

Tabelle 7: Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den themenfeldübergreifenden politischen Zielen (TÜ)

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/ international	Indikatoren Land	Indikatorideen
1.1	QZ: Erhalt der Funktionsfähigkeit der Böden			LN-14 Soil productivity <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>
1.2	QZ: Bodendegradationsneutralität			LN-12 Anteil der degradierten Fläche an der gesamten Landfläche <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden und Waldböden</i>
1.3	QZ: Nettotreibhausgasabbau, Klimaneutralität im Hinblick auf den Boden			
1.4	QZ: Klimaresiliente und klimaangepasste Gesellschaft			
1.5	HZ: (Intensivierter) Bodenschutz			
1.6	HZ: Wiederherstellung geschädigter Flächen und Böden			
1.7	HZ: Nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen			
1.8	HZ: Festlegung der Bedingungen für ihren guten ökologischen Zustand / Einführung von Wiederherstellungszielen			
1.9	HZ: Überwachung der Bodenqualität			
1.10	HZ: Gesellschaftliches Bewusstsein schaffen für Umweltwirkungen und Umweltschutz			
1.11	HZ: Nutzung der Instrumente der Raumordnung zum Schutz/Erhalt von (unbeeinflussten) Böden			
1.12	HZ: Nutzung von rechtlich-regulatorischen Instrumenten gegen Spekulationen auf dem Bodenmarkt			

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: Recherchiert wurden Indikatoren, die den Bodenzustand abbilden (siehe Kapitel 3.1). Diese eignen sich in der Regel nicht, um zu Handlungszielen zu berichten. Letztere sind der Vollständigkeit halber hier ebenfalls gelistet.

Zu den themenübergreifenden Qualitätszielen wird bisher nicht mit Indikatoren berichtet (siehe Tabelle 7). Diese Ziele sind jedoch in der Regel auch nur schwer mit Indikatoren zu fassen. Inwieweit ein Boden voll funktionsfähig ist, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Eine derartige Bewertung setzt nicht nur eine fachlich fundierte Grundlage voraus, wie die Funktionsfähigkeit eines Bodens zu bewerten ist, sondern auch die Bereitstellung umfangreicher Daten. Die FAO schlägt als Proxyindikator für die Beschreibung der Funktionsfähigkeit der Böden die Produktivität des Bodens vor. Damit wird aber nur ein Teil der relevanten Bodenfunktionen bewertet. Vergleichbar ist die Situation beim SDG-Indikator „Anteil der degradierten Fläche an der gesamten Landfläche“ (LN-12), der zum SDG Bodendegradationsneutralität vorgeschlagen ist. Auch hier ist die Produktivität des Bodens neben der Bodenbedeckung und dem Kohlenstoffvorrat ein zentraler Parameter des Indikators. Für beide Ziele gilt die schon in Kapitel 3 beschriebene Erkenntnis, dass es eines Sets von Einzelindikatoren bedarf, um diesen komplexen Themen gerecht zu werden.

Ähnlich schwer zu fassen wie die Funktionsfähigkeit oder Degradation eines Bodens sind Ziele wie Klimaneutralität, Klimaresilienz und Klimangepasstheit im Hinblick auf den Boden. Auch diese Themen lassen sich nur mit einem wohl überlegten Set von Parametern abbilden, die sich auch keineswegs immer sinnvoll zu komplex konstruierten Indikatoren aggregieren lassen.

Der Schwerpunkt der weiteren Entwicklungsarbeit zu bodenbezogenen Indikatoren sollte daher zuallererst darauf gerichtet sein, die bodenbezogenen Einzelthemenfelder adäquat abbilden zu können. In einem weiteren Prozess können dann Überlegungen angestrengt werden, wie sich diese Einzelindikatoren fachlich sinnvoll zu komplexeren Indikatoren (insbesondere auch zur Bodengesundheit) aggregieren lassen, die geeignet sind, zu den themenübergreifenden Politikzielen zu berichten. Gleichwohl ist zu diskutieren, wie sich die beiden in Tabelle 7 genannten Indikatorideen für die Berichterstattung in Deutschland weiter entwickeln lassen und welche zusätzlichen Daten zu deren Generierung möglicherweise erforderlich sind. Dies gilt insbesondere für den SDG-Indikator (LN-12), zu dem andere Staaten bereits berichten.

Themenfeld Bodenwasserhaushalt

Tabelle 8: Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Bodenwasserhaushalt (BW)

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/international	Indikatoren Land	Indikatorideen
1.1	QZ: Stabiler Bodenwasserhaushalt	BW-1 Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i> BW-2 Bodenwasser in Waldböden <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i> BW-4 Terrestrisch gespeichertes Wasser <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: alle Umweltmedien, die Wasser enthalten</i> BW-5 Soil moisture deficit <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten, modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	BW-3 Bodenwasservorrat in Waldböden <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	SD-B-1 Reduction of soil capacity to retain water <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>
1.2	HZ: Unterstützung des Erhalts bzw. der Verbesserung des Wasserhaushaltes der Böden			

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: Recherchiert wurden Indikatoren, die den Bodenzustand abbilden (siehe Kapitel 3.1). Diese eignen sich in der Regel nicht, um zu Handlungszielen zu berichten. Letztere sind der Vollständigkeit halber hier gelistet.

Vergleichsweise umfassend kann aktuell zum Thema „Stabiler Bodenwasserhaushalt“ (Themenfeld Bodenwasserhaushalt) berichtet werden. Es gibt auf Bundesebene drei Indikatoren, mit denen bereits berichtet wird, einer zu landwirtschaftlichen Böden, einer zu Waldböden und ein umfassenderer Indikator zum terrestrisch gespeichertem Wasser, der über das Medium Boden hinaus aber auch alle anderen wasserführenden Umweltkompartimente abbildet. Einschränkungen bestehen insofern, als für die landwirtschaftlich genutzten Böden aktuell noch modellierte Daten genutzt werden, die den Bodenwasserhaushalt stellvertretend für zwei Feldfrüchte beschreiben.

Diese Diagnose bestätigt die Ergebnisse von Kaufmann-Boll et al. (2020). Die Autorinnen*Autoren haben Erhebungsprogramme und Messtandorte zu verschiedenen Bodenthemen zusammengetragen. Ihr Fazit zum Thema Bodenwasserhaushalt ist, dass die in der Analyse zusammengetragenen Messstandorte vorrangig die forstliche Landnutzung und nur nachrangig Ackerbau und Grünland repräsentieren. Sie regten daher bereits die Einrichtung zusätzlicher Messstandorte auf Landwirtschaftsflächen an, sofern nicht Programme wie landwirtschaftliche Dauerversuche die Datenlücken schließen können (Kaufmann-Boll et al. 2020; S. 54).

In Konzeption befindliche Indikatorideen sind nicht bekannt mit Ausnahme eines von der Europäischen Kommission im Entwurf für das Soil Monitoring Law vorgeschlagenen „soil descriptor“. Dieser verfolgt einen in Deutschland bisher nicht genutzten Ansatz, den Bodenwasserhaushalt auf Ebene von Flusseinzugsgebieten oder von -teileinzugsgebieten abzubilden.

Im Rahmen des DAS-Monitorings wird zudem daran gearbeitet, den erstmalig im DAS-Monitoringbericht 2023 publizierten Indikator BW-2 „Bodenwasser in Waldböden“ weiterzuentwickeln. Dieser Indikator basiert auf Daten des forstlichen Intensivmonitorings (LEVEL-II). Bisher erfüllen allerdings nur die Daten der bayerischen Waldklimastationen die Anforderungen möglichst langjähriger und kontinuierlicher Zeitreihen, sodass dieser Indikator nur als sogenannte bayerische Fallstudie im DAS-Monitoringbericht 2023 erscheint. Die Herstellung homogener lückenloser Zeitreihen ist mit Hilfe von Wasserhaushaltsmodellen grundsätzlich möglich. Hieran arbeitet aktuell beispielsweise der DWD (siehe Kapitel 3.3.7). Gleichzeitig sollte perspektivisch aber auch die in-situ-Datenlage verbessert werden.

Wesentliche Forschungsfragen in diesem Themenfeld sollten sein:

- ▶ Wie kann es methodisch gelingen, für landwirtschaftlich genutzte Böden trotz unterschiedlicher Fruchtfolgen und Bewirtschaftungsformen gut interpretierbare, gemessene Daten zu generieren? Wie könnten Fernerkundungsdaten differenzierte und flächendeckende Einschätzungen ermöglichen?
- ▶ Wie kann eine stärkere Harmonisierung der Länderdaten gelingen, sodass auch über die Länder hinweg aggregierte Darstellungen möglich sind?
- ▶ Wie kann eine Bewertungsgrundlage für den „soil descriptor“ SD-B-1 „Reduction of soil capacity to retain water“ geschaffen werden, sofern dieser ins finale Soil Monitoring Law der EU aufgenommen wird. Hier sind laut aktuellem Entwurf die einzelnen Mitgliedsstaaten gefragt, Bewertungskriterien für einen gesunden Bodenzustand zu erarbeiten.

Themenfeld Bodensteinhaushalt

Tabelle 9: Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Bodensteinhaushalt (BS)

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/ international	Indikatoren Land	Indikatorideen
1.1	QZ: Schadstofffreie Böden		BS-8 Mittlere Aktivitätskonzentration an Cäsium-137 im Boden in Baden-Württemberg <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	SD-B-3 Soil contamination <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> SD-A-2 Salinization <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein ohne natürlicherweise salzhaltige Landflächen und Landflächen, die direkt vom Meeresspiegelanstieg betroffen sind</i>
1.2	QZ: Einhalten der Belastungswerte (critical loads und levels) für Versauerung	BS-5 Säure- und Stickstoffeintrag <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>		BS-16 Exceedance of critical pH levels <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i> BS-17 Exceedance of critical inorganic Al levels <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i> SD-C-2 Acidification <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>
1.3	QZ: Einhalten der Belastungswerte (critical loads und levels) für Schwermetalle	BS-6 Schwermetalleintrag <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein (ohne Waldböden)</i>		BS-18 Exceedance of screening values for critical risk from heavy metals and organic pollutants <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> SD-B-3 Soil contamination <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>
1.4	QZ: Einhalten der Belastungswerte (critical loads und levels) für Nährstoffeinträge (Eutrophierung)	BS-4 Eutrophierung durch Stickstoff <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>		BS-12 Exceedance of critical levels of mineral nitrogen (agricultural land) <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i> BS-13 N limitation based on exceedance of C:N ratio [carbon-nitrogen ratio (C/N; C:N ratio)] <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/ international	Indikatoren Land	Indikatorideen
				BS-14 Falling below of optimal phosphorus <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i> BS-15 P limitation based on exceedance of N:P ratio <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i> SD-B-2 Excess nutrient content in soil [phosphorus] <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> SD-C-1 Excess nutrient content in soil [nitrogen] <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>
1.5	HZ: Erfassung und Sanierung von Altlasten		BS-7 Altlasten <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	
1.6	HZ: Substitution schädlicher Stoffe bzw. Vermeidung des Austretens schädlicher Stoffe in die Umwelt			
1.6.1	HZ: Einschränkung des Handels mit und der Anwendung von POP			
1.6.2	HZ: Reduzierung der bewirtschaftungsbedingten Schadstoffeinträge			
1.6.2.1	HZ: Verringerung der Stickstoff- und Phosphorüberschüsse/Nährstoffverluste			
1.6.2.2	HZ: Reduzierung des Einsatzes chemischer Pestizide			
1.7	HZ: Erhalt standortgerechter pH-Werte im Boden			
2.1	QZ: Kohlenstoffbindung im Boden / Erhalt der organischen Bodensubstanz (standortgerechter Humusgehalt)	BS-1 Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	BS-3 Entwicklung Humusvorrat in forstlichen Böden <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	BS-9 Humusentwicklung <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i> BS-10 Soil organic carbon

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/ international	Indikatoren Land	Indikatorideen
		BS-2 Humusvorrat in Waldböden <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>		<i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> BS-11 Falling below optimal SOC level [SOC = soil organic carbon] <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i> SD-A-1 Loss of soil organic carbon <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: alle organischen Böden und nicht-bewirtschaftete mineralische Böden natürlicher Flächen</i>
2.2	HZ: Schutz und Wiederherstellung kohlenstoffreicher Ökosysteme			
2.3	HZ: Ausweitung humusschonender Bewirtschaftungsformen in der Landwirtschaft			
2.4	HZ: Humusaufbau			

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: Recherchiert wurden Indikatoren, die den Bodenzustand abbilden (siehe Kapitel 3.1). Diese eignen sich in der Regel nicht, um zu Handlungszielen zu berichten. Letztere sind der Vollständigkeit halber hier gelistet.

Es gibt mehrere Indikatoren, mit denen zu den Zielen im Themenfeld „Schadstofffreie Böden“ berichtet werden kann. Jedoch kann zu keinem der Qualitätsziele vollständig berichtet werden, da die Indikatoren entweder spezifische Bodennutzungen (beispielsweise BS-5) oder spezifische Schadstoffe (beispielsweise BS-4) abbilden. Dies trifft auch auf die zahlreichen Indikatorideen zu, an denen auf europäischer Ebene gearbeitet wird. Einen umfassenden Indikator zur Schadstofffreiheit von Böden gibt es nicht.

Der Indikator aus Baden-Württemberg BS-8 ist ein Indikator, der keinem der detaillierteren Qualitätsziele zugeordnet werden konnte und daher nur mit dem allgemeinen Ziel der schadstofffreien Böden assoziiert werden kann, selbstverständlich ohne diesem umfänglich zu entsprechen. Die Europäische Kommission schlägt mit dem „soil descriptor“ SD-B-3 einen Indikator vor, der Schwermetalle und organische Schadstoffe in den Blick nimmt. Jedoch ist dieser Vorschlag noch nicht vollständig ausgearbeitet, insbesondere was die zu berücksichtigenden organischen Schadstoffe anbelangt.

Auch die Indikatoren zum Thema „Kohlenstoffbindung im Boden / Erhalt der organischen Bodensubstanz“ sind thematisch begrenzt und bilden nur den Humusgehalt von landwirtschaftlich genutzten Böden und Waldböden ab. Für die landwirtschaftlichen Böden ist der hier genannte BS-1 zudem bisher im DAS-Monitoring noch eine auf Bayern be-

schränkte Fallstudie, da bundesweite Daten nicht harmonisiert zur Verfügung stehen. Zu natürlichen kohlenstoffreichen Ökosystemen wie Mooren wird mit diesen Indikatoren nicht berichtet. Weitere Arbeiten sind also notwendig. Kaufmann-Boll et al. (2022) haben in ihrem Bericht „Konzeption und Umsetzung eines Klimafolgen-Bodenmonitoring-Verbunds für Bodenbiologie und organische Bodensubstanz“ verschiedene Defizite einzelner Messprogramme zur organischen Bodensubstanz in Deutschland ausgemacht und Empfehlungen zur Anpassung und Ergänzung dieser Messprogramme gegeben (Kaufmann-Boll et al. 2022; S. 79ff.). Basierend auch auf diesen Vorarbeiten wird aktuell im UBA-Vorhaben „Ausbau und Weiterentwicklung bodenbezogener Indikatoren für die nationale und EU-weite Berichterstattung zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz“, in dessen Rahmen dieser Sachstandsbericht entstanden ist, an weiteren Indikator-Vorschlägen zum Thema organische Bodensubstanz gearbeitet. Zudem wird mit dem Vorhaben „Aufbau eines deutschlandweiten Moorbodenmonitorings für den Klimaschutz“ (MoMoK) der Thünen-Institute für Agrarklimaschutz und für Waldökosysteme (September 2020 bis Mai 2025) aktuell daran gearbeitet, langfristig deutschlandweit repräsentative Daten für die Emissionsberichterstattung in den Sektoren „Landwirtschaft“ und „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“ (LULUCF) bereitzustellen.

Darüber hinausgehende Fragestellungen für die weitere Arbeit im Themenfeld Bodensteinhaushalt könnten sein:

- ▶ Ist es sinnvoll, einen übergreifenden Indikator zur Schadstofffreiheit von Böden zu erarbeiten, der gegebenenfalls Teil eines Sets von Indikatoren zur Bodengesundheit sein kann? – In diese Richtung kann auch der von der Europäischen Kommission vorgeschlagene „soil descriptor“ „Soil contamination“ in der Vorlage zum Soil Monitoring Law verstanden werden.
- ▶ Können die einzelnen Indikatoren des Themas „Schadstofffreie Böden“ auf weitere Schadstoffe und/oder Bodennutzungen / ungenutzte Böden (Fokus) ausgeweitet werden?
- ▶ Müssten die Indikatoren zum Kohlenstoff im Boden nicht nur Vorräte oder Gehalte, sondern auch die Qualität (unterschiedlich stabile Fraktionen) berücksichtigen?
- ▶ Wie könnte ein Indikator zur Kohlenstoffbindung in kohlenstoffreichen Ökosystemen aussehen?

Themenfeld Bodenstruktur

Tabelle 10: Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Bodenstruktur (BU)

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/international	Indikatoren Land	Indikatorideen
1.1	QZ: Geringe oder keine Bodenerosion	BU-1 Regenerosität <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> BU-2 Estimated severe soil erosion by water <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>		BU-3 Exceedance of actual rate of soil loss by water erosion <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> SD-A-3 Soil erosion <i>Datenbasis: nicht definiert, Mindestanforderungen an eine Modellierung sind beschrieben</i> <i>Fokus: Böden allgemein ohne Ödland und andere unbewirtschaftete natürliche Landflächen abgesehen von solchen, die ein hohes Katastrophenrisiko aufweisen</i>
1.2	HZ: Schutz des Bodens vor Erosion			
2.1	QZ: Geringe oder keine Bodenschadverdichtung			BU-4 Harmful subsoil compaction <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> BU-5 Soil physical properties <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Keiner</i> SD-A-4 Subsoil compaction <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein ohne nicht-bewirtschaftete Böden natürlicher Flächen</i> SD-C-3 Topsoil compaction <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>
2.2	HZ: Schutz des Bodens vor Schadverdichtung			
3.1	QZ: Keine Wüstenbildung			
3.2	HZ: Schutz des Bodens vor Wüstenbildung			

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: Recherchiert wurden Indikatoren, die den Bodenzustand abbilden (siehe Kapitel 3.1). Diese eignen sich in der Regel nicht, um zu Handlungszielen zu berichten. Letztere sind der Vollständigkeit halber hier gelistet.

Zum Thema Bodenschadverdichtung gibt es bundesweit bisher keine etablierten Indikatoren, es konnten aber Indikatorideen recherchiert werden, die erwarten lassen, dass (eine ausreichende Datenverfügbarkeit vorausgesetzt) künftig möglicherweise berichtet werden kann. Der Druck, entsprechende Indikatoren zu entwickeln, könnte zudem mit dem Soil Monitoring Law der EU steigen, denn der Gesetzesentwurf der EU-Kommission sieht zwei Indikatoren zum Thema Schadverdichtung vor, einen zum Oberboden und einen zum Unterboden.

Das Thema Wüstenbildung spielt in den gesichteten Indikatorsystemen bisher keine Rolle, ist allerdings auch eher auf internationaler Ebene beispielsweise im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit von Bedeutung. Das Ziel, Wüstenbildung zu verhindern, ist unter anderem Teil der SDG der UN. Dem zusammengefassten Ziel „Keine Wüstenbildung“ ist aber auch ein Einzelziel zugeordnet, das beinhaltet, Bodenverheerung zu verhindern (Ziel 94 in Tabelle 14). Dies ist ein Ziel der EU-Biodiversitätsstrategie und durchaus auf Europa bezogen.

Die Indikatoren zum Thema Bodenerosion lassen erkennen, dass die Datenlage zu diesem Thema nach wie vor dünn ist. Die beiden zugeordneten Indikatoren beschreiben nur Prozesse der wassergebundenen Erosion, keine Deflation (Bodenverlust durch Wind). Der eine bildet mit der Regenerosivität potenziell erosionsauslösende Niederschläge (also nicht Erosionsereignisse an sich) ab, und der andere schätzt auf Basis

von Bodenerosionsmodellen die Fläche, die von schwerer Bodenerosion betroffen ist. Eine umfangreiche Berichterstattung wäre nur möglich, wenn es ein bundesweites Ereigniskataster von Erosionsereignissen gäbe, mit dem auch der Umfang des Bodenverlustes (beispielsweise in m³) erfasst würde. In Mecklenburg-Vorpommern und Bayern gibt es solche Kataster bereits (Kaufmann-Boll et al. 2020; S. 55), sodass die Erfahrungen dieser Länder in die Konzeption eines bundesweiten Katasters einfließen könnten. Wie intensiv diese Kataster jedoch gepflegt sind, ist nicht bekannt.

Fragen für die künftige Arbeit an neuen Indikatoren wären folgende:

- ▶ Welche Erhebungsprogramme können in Deutschland eine Datengrundlage für die von der EU-Kommission im Entwurf zum Soil Monitoring Law vorgeschlagenen Indikatoren zur Bodenschadverdichtung liefern? Ist es eventuell notwendig, die bestehenden Messprogramme zu erweitern?
- ▶ Gibt es einen bundesweiten Konsens zur Einrichtung eines Erosionskatasters? Wer wäre für die Datenerhebung zuständig? Wie sollten die Daten erhoben und zusammengeführt werden? Wie sollte der Indikator aussehen (Anzahl bestimmter Erosionsereignisse? Umfang des Bodenverlusts? ...)?

Themenfeld Bodenbiodiversität

Tabelle 11: Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Bodenbiodiversität (BB)

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/ international	Indikatoren Land	Indikatorideen
1.1	QZ: Erhalt/Zunahme der (Boden-)Biodiversität		BB-1 Regenwurmfauna <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	BB-2 Trends von Regenwurmgesellschaften in den für Deutschland typischen Agrarräumen <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i> BB-3 Soil biological activity <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> BB-4 Loss of soil biodiversity <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> SD-C-4 Loss of soil biodiversity <i>Datenbasis: nicht definiert</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>
1.2	HZ: Schutz von biologischer Vielfalt und Biotopen			
1.3	HZ: Etablierung von Monitoring-/Informationssystemen zu Biodiversitäts- bzw. Ökosystementwicklungen			

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: Recherchiert wurden Indikatoren, die den Bodenzustand abbilden (siehe Kapitel 3.1). Diese eignen sich in der Regel nicht, um zu Handlungszielen zu berichten. Letztere sind der Vollständigkeit halber hier gelistet.

Im Themenfeld Bodenbiodiversität gibt es keinen ausgearbeiteten bundesweiten Indikator. Dies ist vor allem in der begrenzten Datenverfügbarkeit und der Heterogenität der Daten begründet. Aktuell wird aber in verschiedenen Projekten an Indikatoren zur Bodenbiodiversität gearbeitet, auch im UBA-Vorhaben „Ausbau und Weiterentwicklung bodenbezogener Indikatoren für die nationale und EU-weite Berichterstattung zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz“, in dessen Rahmen dieser Sachstandsbericht entstanden ist.

Darüber hinaus hat sich die Bundesregierung mit der ANK-Maßnahme 6.4 „Stärkung der Bodenbiodiversität als unverzichtbaren Beitrag für den Natürlichen Klimaschutz“, in deren Rahmen Methodenstandards zur Erfassung des Bodenlebens, eine Basiserhebung des Bodenlebens für verschiedene Nutzungsarten, um lebensraumtypbezogene bodenbiologische Referenzdaten für einen guten ökologischen Bodenzustand zu sammeln, sowie die Etablierung eines bundesweiten Messnetzes zur Bodenbiodiversität geplant sind, dem Thema angenommen (BMUV 2023a; S. 38).

Die in Tabelle 11 dokumentierten Indikatorideen erscheinen noch vergleichsweise unkonkret (siehe Kapitel 3.2). Auch dies macht deutlich, dass das Thema noch mit vielen offenen methodischen Fragen verbunden ist. So hat auch die EU-Kommission in ihrem Entwurf des Soil Monitoring Laws mit der Bodenatmung einen vergleichsweise unpräzisen Indikator vorgeschlagen und den Mitgliedsstaaten die Möglichkeit eingeräumt, diesen durch andere Indikatoren zu ergänzen. Diese methodische Offenheit lässt kein homogenes Vorgehen in den Mitgliedsstaaten erwarten.

Klärungsbedarf für die Entwicklung eines bundesweiten Indikators zu Bodenbiodiversität besteht vor allem hinsichtlich der folgenden Punkte:

- ▶ Soll generell die Biomasse erhoben werden oder sollen Referenzarten betrachtet werden? Ist eventuell beides notwendig und zusätzlich weitere Begleitgrößen, wie es Kaufmann-Boll et al. (2022) auf Seite 47 ihres Berichts vorschlagen?
- ▶ Welche Arten sollen gegebenenfalls gemonitort werden? Wie sehen Referenz-Artengemeinschaften aus?
- ▶ Sollte der Indikator Individuenzahlen oder Artenzahlen beziehungsweise die Artenzusammensetzung abbilden?
- ▶ Wie können bundesweit einheitlich Daten erhoben werden, um den oder die entwickelten Indikatoren zu bedienen?

Themenfeld Landnutzung

Tabelle 12: Zuordnung der recherchierten Indikatoren zu den politischen Zielen im Themenfeld Landnutzung (LN)

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/intern.	Indikatoren Land	Indikatorideen
1.1	QZ: Unversiegelte Böden	LN-4 Soil sealing index <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> LN-5 Imperviousness and imperviousness change in Europe <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	LN-3 Verhältnis unversiegelte/versiegelte Fläche <i>Datenbasis: gemessene Daten und Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	LN-13 Sealed area per total land area <i>Datenbasis: gemessene Daten und Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> SD-D-1 Land take and soil sealing indicators <i>Datenbasis: nicht definiert</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>
1.2	HZ: Reduzierung der Flächen(neu)inanspruchnahme	LN-2 Siedlungs- und Verkehrsfläche <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> LN-6 Net land take in cities and commuting zones in Europe <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>		
1.3	HZ: Erhalt von Freiräumen im Siedlungsbereich	LN-1 Verhältnis der Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> LN-6 Net land take in cities and commuting zones in Europe <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> LN-7 Erholungsflächen <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i> LN-8 Freiraumverlust <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	LN-3 Verhältnis unversiegelte/versiegelte Fläche <i>Datenbasis: gemessene Daten und Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	
1.4	HZ: Erhalt von Freiflächen auf dem Land	LN-1 Verhältnis der Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>		

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/intern.	Indikatoren Land	Indikatorideen
		LN-8 Freiraumverlust <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>		
1.5	HZ: Rückgewinnung von Freiräumen			
2.1	QZ: Moore in natürlicher Entwicklung, die als Nährstoff- und CO ₂ -Senke wirken			
2.2	HZ: Sicherung und Renaturierung der Moore			LN-15 Renaturierung von Mooren <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Moorböden</i>
3.1	QZ: Vorhandensein von (hochwertigem) Grünland als Kohlenstoffspeicher und für den Artenschutz	LN-9 Grünlandfläche <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>		
3.2	HZ: Sicherung der Grünlandfläche und Zunahme des Flächenanteils hochwertigen Grünlands			
4.1	QZ: Durch die landwirtschaftliche Praxis nur wenig geschädigte Böden			
4.2	HZ: Ausweitung des ökologischen Landbaus			
4.3	HZ: Reduzierung der Bodenbearbeitungsgänge		LN-11 Bodenpflegende Landbewirtschaftung <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	
5.1	QZ: Durch die forstwirtschaftliche Praxis nur wenig geschädigte Böden			
5.2	HZ: Verzicht auf nährstoffzehrende beziehungsweise bodenschädigende Nutzung			
6.1	QZ: Durch Rohstoffabbau unbeeinflusste Böden			
6.2	HZ: Berücksichtigung des Bodenschutzes beim Abbau von Rohstoffen			

Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Indikatoren Bund/intern.	Indikatoren Land	Indikatorideen
6.3	HZ: Substitution von Primärrohstoffen durch Sekundärrohstoffe			
6.4	HZ: Transformation von Bergbaugebieten (umweltgerecht und ressourcenschonend)			
6.5	HZ: Initiierung eines internationalen Prozesses zur Erarbeitung eines internationalen Leitfadens zu ökologischen Sorgfaltspflichten in Rohstofflieferketten			
6.6	HZ: Stärkung der Rohstoffgewinnung in Deutschland*			

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: Recherchiert wurden Indikatoren, die den Bodenzustand abbilden (siehe Kapitel 3.1). Diese eignen sich in der Regel nicht, um zu Handlungszielen zu berichten. Letztere sind der Vollständigkeit halber hier gelistet.

Die Handlungsziele im Themenfeld Landnutzung fokussieren auf die Nutzung und deren Ausgestaltung, die Qualitätsziele auf die Qualität der durch die Nutzung beeinflussten Böden. Da im Rahmen dieses Vorhabens primär Indikatoren recherchiert wurden, die den Bodenzustand beschreiben, und nicht solche, die die Nutzungen und deren Ausgestaltung im Fokus haben, können vielen Handlungszielen entsprechend keine Indikatoren zugeordnet werden. Dies gilt mit Ausnahme derjenigen Bodennutzungen, bei denen die Nutzung ganz unmittelbare Auswirkung auf die Böden hat. Das trifft insbesondere für die Inanspruchnahme des Bodens für Siedlungs- und Verkehrszwecke oder für den Rohstoffabbau zu, die zumindest in relevanten Anteilen eine Bodenversiegelung oder eine starke Veränderung des natürlich gewachsenen Bodens nach sich zieht. Ist bekannt, wie viel Fläche zu Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewidmet wurde, sind Abschätzungen zum Umfang der

Neuversiegelung möglich und umgekehrt. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Arbeit des UBA, den Imperviousness-Indikator der EU (LN-5) für Deutschland zu übernehmen (siehe Kapitel 3.3.5).

Auch aus anderen Nutzungsänderungen wie dem Umbruch von Grünland zu Acker resultieren in der Regel sehr einschneidende Bodenveränderungen, die sich mit ihren Auswirkungen verhältnismäßig gut vorher-sagen lassen. Vergleichbares gilt für die Renaturierung beispielsweise von Mooren. In diesen Fällen gilt also, dass eine Erfassung der Nutzungsänderung allein schon relevante Rückschlüsse auf den Bodenzustand zulässt, ohne dass konkrete Bodenparameter erfasst werden müssen.

Differenzierter stellt sich die Situation bei der Ausgestaltung der jeweiligen Bodennutzungen dar. So ist Grünlandnutzung nicht gleich Grünlandnutzung, und ackerbauliche und forstliche Nutzungspraktiken kön-

nen sich deutlich unterscheiden. Hier richtet sich der Blick daher stärker auf die durch den Nutzungseinfluss veränderten Bodenverhältnisse. Mit Blick auf die oben gelisteten Qualitätsziele stellt sich dann allerdings die Frage: Wie genau ist „hochwertiges Grünland“ definiert und welche Parameter müssten erhoben werden, um die Wertigkeit beschreiben zu können? Was genau bedeutet „geschädigte Böden“ und welche Veränderungen gegenüber einem naturnahen Zustand gelten als Schaden? In diesen Fällen wären im Vorfeld einer zielgerichteten Indikatorentwicklung operationalisierbare Qualitätskriterien zu definieren. Diese wiederum können sich möglicherweise mit Indikatoren assoziieren lassen, die in den oben genannten Themenfeldern bereits angesprochen wurden (beispielsweise zu Bodenschadverdichtung, Erosion oder Humusgehalt), und in einer themenfeldübergreifenden „Zusammenschau“ Aussagen zur „Wertigkeit“ des Bodens oder zum Ausmaß von Bodenschäden zulassen.

Im speziellen Fall der Moore arbeiten die Thünen-Institute für Agrarklimaschutz und für Waldökosysteme – wie bereits erwähnt – derzeit am „Aufbau eines deutschlandweiten Moorbodenmonitorings für den Klimaschutz“ (MoMoK). Es ist davon auszugehen, dass aus diesen Arbeiten relevante Beiträge resultieren werden, um beurteilen zu können, inwieweit das Ziel „Moore in natürlicher Entwicklung, die als Nährstoff- und CO₂-Senke wirken“ erreicht wird.

In einigen Fällen ist es auch möglich, dass die Erfassung nutzungsbedingt veränderter Bodenzustände zumindest im flächendeckenden oder flächenrepräsentativen Routinebetrieb mit größeren Schwierigkeiten oder hohem Aufwand verbunden ist. Dann könnte es auch sinnvoll sein, die Bodennutzung differenzierter in den Blick zu nehmen, um daraus (in der Forschung bestätigte) Rückschlüsse auf den Bodenzustand zu ziehen. So stellt sich beispielsweise die Frage:

- ▶ Lassen sich aus der Kenntnis zur Anwendung humusmehrender Bewirtschaftungsweisen Rückschlüsse auf Humusgehalte und -vorräte in Böden ziehen? Welche Bewirtschaftungsweisen leisten welchen Beitrag zur Humusmehrung? Können wir davon ausgehen, dass wir bei Anwendung bestimmter Formen humusmehrender Bewirtschaftungsweisen die Ziele zur dauerhaften Speicherung von Kohlenstoff erreichen?
- ▶ Auf welcher Fläche werden welche Methoden reduzierter Bodenbearbeitung angewendet? Lassen sich daraus Rückschlüsse auf Bodenwassergehalte und Bodenverdichtung ableiten?
- ▶ Ist es möglich, vermehrt Daten zu land- und forstwirtschaftlichen Nutzungspraktiken (unter Wahrung von Datenschutzauflagen) verfügbar zu machen?

5 Quellenverzeichnis

Bayerisches Landesamt für Statistik [Hrsg.] (2021): Indikatorenbericht zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern. Ausgabe 2021. https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/2021_indikatorenbericht_nachhaltigkeit.pdf (20.02.2023)

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) [Hrsg.] (2017): Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern. Machbarkeitsstudie. UmweltSpezial. https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00151.htm (14.03.2023)

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) [Hrsg.] (2019): Umweltbericht Bayern 2019. https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00155.htm (17.02.2023)

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ (BLAG KliNa) [Hrsg.] (2022a): 7. Erfahrungsbericht 2022 zu umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ (BLAG KliNa). <https://www.liki.nrw.de/fileadmin/liki/Dokumente/Erfahrungsberichte/Erfahrungsbericht-07-2022.pdf> (17.02.2023)

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ (BLAG KliNa) [Hrsg.] (2022b): Umweltbezogene Nachhaltigkeitsindikatoren 2022. Informationen zur Umweltqualität in den Bundesländern. <https://www.liki.nrw.de/fileadmin/liki/Dokumente/Erfahrungsberichte/Erfahrungsbericht-07-2022-Broschuere.pdf> (17.02.2023)

Bundesamt für Naturschutz (BfN) [Hrsg.] (2023): Neuauflage der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. <https://www.bfn.de/neuauflage-der-nationalen-strategie-zur-biologischen-vielfalt> (24.05.2023)

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) [Hrsg.] (2023): Monitoring Boden & Organismengruppen: Regenwürmer. Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA). <https://www.agrar-monitoring-monvia.de/monitoring-boden/regenwuermer> (13.03.2023)

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF); Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) [Hrsg.] (2020): Nationale Bioökonomiestrategie. https://biooekonomie.de/sites/default/files/2022-04/bmbf_nationale_biooekonomiestrategie_langfassung_DE_22.pdf (09.05.2023)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) [Hrsg.] (2021a): Ackerbaustrategie 2035. Perspektiven für einen produktiven und vielfältigen Pflanzenbau. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ackerbaustrategie2035.html> (09.05.2023)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) [Hrsg.] (2021b): Waldstrategie 2050. Nachhaltige Waldbewirtschaftung - Herausforderungen und Chancen für Mensch, Natur und Klima. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldstrategie2050.pdf> (09.05.2023)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) [Hrsg.] (2020): Indikatorenbericht 2019 der Bundesregierung zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. <https://www.bmu.de/publikation/indikatorenbericht-2019> (15.02.2023)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) [Hrsg.] (2007): Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/nationale_strategie_biologische_vielfalt_2015_bf.pdf (15.02.2023)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) [Hrsg.] (2016): Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.html> (06.03.2023)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) [Hrsg.] (2023a): Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz. Kabinettsbeschluss vom 29. März 2023. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/ank_2023_kabinett_lang_bf.pdf (22.09.2023)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) [Hrsg.] (2023b): Referentenentwurf des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Entwurf eines Bundes-Klimaanpassungsgesetzes. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/20._Lp/kang/Entwurf/kang_refe_bf.pdf (12.06.2023)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) [Hrsg.] (2019): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/rohstoffstrategie-der-bundesregierung.pdf> (09.05.2023)

Bundesrat [Hrsg.] (2021): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie - Weiterentwicklung 2021. Beschluss des Bundesrates. Drucksache. Band 217/21. [https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2021/0201-0300/217-21\(B\).pdf](https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2021/0201-0300/217-21(B).pdf) (23.08.2023)

Bundesrepublik Deutschland [Hrsg.] (2023): GAP-Strategieplan Bericht 2021. GAP-Strategieplan für die Bundesrepublik Deutschland. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/EU-Agrarpolitik-Foerderung/gap-strategieplan-version-2-0.pdf (11.05.2023)

Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein; Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) [Hrsg.] (2020): 1. Bericht Schleswig-Holsteins zu den UN-Nachhaltigkeitszielen. https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/umwelt-naturschutz/nachhaltigkeit/Nachhaltigkeitsbericht/_documents/download_nachhaltigkeitsbericht.pdf (13.03.2023)

Die Bundesregierung [Hrsg.] (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaanpassung/das_gesamt_bf.pdf (18.04.2023)

Die Bundesregierung [Hrsg.] (2020): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998194/1875176/3d3b15cd92d0261e7a0bcdc8f43b7839/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-2021-langfassung-download-bpa-data.pdf> (15.02.2023)

Europäische Kommission [Hrsg.] (2020a): EU-Biodiversitätsstrategie für 2030. Mehr Raum für die Natur in unserem Leben. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF (11.05.2023)

Europäische Kommission [Hrsg.] (2020b): „Vom Hof auf den Tisch“ - eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0381> (22.05.2023)

Europäische Kommission [Hrsg.] (2021a): EU-Bodenstrategie für 2030. Die Vorteile gesunder Böden für Menschen, Lebensmittel, Natur und Klima nutzen. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0699> (11.05.2023)

Europäische Kommission [Hrsg.] (2021b): Neue EU-Waldstrategie für 2030. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0572> (24.04.2023)

Europäische Kommission [Hrsg.] (2023a): Context and Impact indicators. Version 8.0. Performance monitoring and evaluation framework (PMEF). https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/b7b8a856-e6d5-48fc-abc2-acdbda887e34_en?filename=pmef-context-impact-indicators_en.pdf (05.06.2023)

Europäische Kommission [Hrsg.] (2023b): Result indicators. Version 14.0. Performance monitoring and evaluation framework (PMEF). https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/0d0cb546-eb04-4a2a-8b08-8549e21e18e8_en?filename=pmeef-result-indicators_en.pdf (05.06.2023)

Europäische Kommission; Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022): Sustainable development in the European Union. Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. 2022 edition. <https://data.europa.eu/doi/10.2785/313289> (30.01.2023)

European Commission [Hrsg.] (2015): Target indicator fiches for Pillar II. Priorities 1 to 6. https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2018-11/target-and-result-indicator-fiches-pillar-ii_en_0.pdf (28.04.2023)

European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)

European Commission [Hrsg.] (2023a): CMEF 2014-2020 - Context indicators. https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/1e3d1b8a-6813-4493-a3d8-2dcdf6279189_en?filename=context-indicator-fiches_en.pdf (28.04.2023)

European Commission [Hrsg.] (2023b): Impact Indicators fiches. https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/dd735bef-76df-40f7-bafa-353997e585ae_en?filename=impact-indicator-fiches_en.pdf (28.04.2023)

European Commission (2023c): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience. Soil Monitoring Law. https://environment.ec.europa.eu/document/download/ff3bd94e-fddf-4d92-8c32-bec1c02a06cc_en?filename=Proposal%20for%20a%20DIRECTIVE%20OF%20THE%20EUROPEAN%20PARLIAMENT%20AND%20OF%20THE%20COUNCIL%20on%20Soil%20Monitoring%20and%20Resilience_COM_2023_416_final.pdf (17.08.2023)

European Commission [Hrsg.] (2023d): Soil Quality. <https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DashboardIndicators/Soil.html> (28.04.2023)

European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2021): Soil moisture deficit. EEA indicators. <https://www.eea.europa.eu/ims/soil-moisture-deficit> (21.04.2023)

European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2022a): Eutrophication caused by atmospheric nitrogen deposition in Europe. EEA indicators. <https://www.eea.europa.eu/ims/eutrophication-caused-by-atmospheric-nitrogen> (28.04.2023)

European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2022b): Imperviousness and imperviousness change in Europe. EEA indicators. <https://www.eea.europa.eu/ims/imperviousness-and-imperviousness-change-in-europe> (21.04.2023)

European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2022c): Progress in the management of contaminated sites in Europe. EEA indicators. <https://www.eea.europa.eu/ims/progress-in-the-management-of> (28.04.2023)

European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023a): Net land take in cities and commuting zones in Europe. EEA indicators. <https://www.eea.europa.eu/ims/net-land-take-in-cities> (21.04.2023)

European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. <https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe> (07.02.2023)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [Hrsg.] (2020): Protocol for the assessment of Sustainable Soil Management. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/SSM/SSM_Protocol_EN_006.pdf (12.01.2023)

Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur [Hrsg.] (2016): Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland.

https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/themen/_alt/Raumentwicklung/RaumentwicklungDeutschland/Leitbilder/leitbildbroschuere-deutsch.pdf (09.05.2023)

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) [Hrsg.] (2022): Boden und Altlasten – Nachrichten aus Hessen. Ausgabe 2022. https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/altlasten/Boeden_Altlasten_Newsletter_2022_web_final.pdf (27.03.2023)

Hessisches Statistisches Landesamt [Hrsg.] (2022): Nachhaltigkeitsstrategie Hessen. Ziele und Indikatoren. Fortschrittsbericht 2022. https://www.hessen-nachhaltig.de/files/content/downloads/ziele_und_indikatoren/Fortschrittsbericht_Hessen_nachhaltig_2022.pdf (20.02.2023)

Houborg, R.; Rodell, M.; Li, B.; Reichle, R.; Zaitchik, B. F. (2012): Drought indicators based on model-assimilated Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) terrestrial water storage observations. *Water Resour. Res.* 48 (7). doi:10.1029/2011WR011291

Kaufmann-Boll, C.; Kern, M.; Kastler, M.; Niederschmidt, S.; Kappler, W.; Müller, F.; Oellers, J.; Toschki, A.; Steffens, M.; Wiesmeier, M.; Mathews, J. (2022): Konzeption und Umsetzung eines Klimafolgen-Bodenmonitoring-Verbunds für Bodenbiologie und organische Bodensubstanz. Teil A: Abschlussbericht zum bodenfachlichen Teil und Teil B: Konzept für den Start des Klimafolgen-Bodenmonitoring-Verbunds. Texte. Band 67/2022. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/konzeption-umsetzung-eines-klimafolgen> (21.08.2023)

Kaufmann-Boll, C.; Niederschmidt, S.; Bamminger, C.; Kastler, M.; Müller, F.; Wurbs, D.; Steininger, M. (2020): Konzeption und Umsetzung eines Klimafolgen-Bodenmonitoring-Verbunds. Abschlussbericht. Texte. Band 41/2020. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimafolgen-bodenmonitoring-verbund> (21.08.2023)

Länderinitiative Kernindikatoren (LiKi) [Hrsg.] (2022): B5 Säure- und Stickstoffeintrag. LiKi-Umweltindikatoren. <https://www.liki.nrw.de/natur-und-landschaft/b5-saeure-und-stickstoffeintrag> (17.02.2023)

Länderinitiative Kernindikatoren (LiKi) [Hrsg.] (2023a): C4 Erholungsflächen. LiKi-Umweltindikatoren. <https://www.liki.nrw.de/umwelt-und-gesundheit/c4-erholungsflaechen> (24.04.2023)

Länderinitiative Kernindikatoren (LiKi) [Hrsg.] (2023b): C6 Schwermetalleintrag. LiKi-Umweltindikatoren. <https://www.liki.nrw.de/umwelt-und-gesundheit/c6-schwermetalleintrag> (17.02.2023)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [Hrsg.] (2022): 5.1 Bodentemperatur. Der Boden wird wärmer. Klima NRW Monitoring. <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/boden/bodentemperatur> (11.01.2023)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [Hrsg.] (2023a): 12.2 Effizienz der Flächeninanspruchnahme. Die Siedlungsfläche pro Einwohnerin und Einwohner geht leicht zurück. Klima NRW Monitoring. <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/planung-und-bau/landes-und-regionalplanung/effizienz-der> (28.04.2023)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [Hrsg.] (2023b): 13.3 Öffentliche und private Grünflächen. Parks sind gut fürs Klima - private Gärten auch! Klima NRW Monitoring. <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/planung-und-bau/stadtentwicklung-und-kommunale-planung/oeffentliche-und> (28.04.2023)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [Hrsg.] (2023c): 5.2 Bodenfeuchte. Bodenfeuchte nimmt in den vergangenen Jahren tendenziell ab. Klima NRW Monitoring. <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/boden/bodenfeuchte> (28.04.2023)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [Hrsg.] (2023d): 5.3 Humusvorrat. Bisher keine Änderungen erkennbar. Klima NRW Monitoring. <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/boden/humusvorrat> (28.04.2023)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [Hrsg.] (2023e): 5.4 Regenerosivität. Vermehrter Bodenabtrag durch zunehmende Regenerosivität. Klima NRW Monitoring. <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/boden/regenerosivitaet> (28.04.2023)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [Hrsg.] (2023f): D1 Flächenverbrauch. LiKi-Umweltindikatoren. <https://www.liki.nrw.de/ressourcen-und-effizienz/d1-flaechenverbrauch> (28.04.2023)

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) [Hrsg.] (2021a): Bodentemperatur. Klimafolgen-Indikatoren für Sachsen-Anhalt. <https://lau.sachsen-anhalt.de/analytik-service/indikatoren-nachhaltigkeit/klimafolgen-indikatoren-fuer-sachsen-anhalt/bodentemperatur> (28.04.2023)

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) [Hrsg.] (2021b): Entwicklung des Humusvorrats in forstlichen Böden. Klimafolgen-Indikatoren für Sachsen-Anhalt. <https://lau.sachsen-anhalt.de/analytik-service/indikatoren-nachhaltigkeit/klimafolgen-indikatoren-fuer-sachsen-anhalt/entwicklung-des-humusvorrats-in-forstlichen-boeden> (03.04.2023)

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) [Hrsg.] (2021c): Indikatorkennblatt: Entwicklung des Humusvorrats in forstlichen Böden (E6). Klimafolgenindikatoren Sachsen-Anhalt. https://lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LAU/Klimafolgenindikatoren/E6_Humusvorrat/E6_Humusvorrat_21202.pdf (03.04.2023)

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) [Hrsg.] (o.J.): Bodenwasservorrat. Klimafolgen-Indikatoren für Sachsen-Anhalt. <https://lau.sachsen-anhalt.de/analytik-service/indikatoren-nachhaltigkeit/klimafolgen-indikatoren-fuer-sachsen-anhalt/bodenwasservorrat> (28.04.2023)

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2023): Ressourcen. Flächeninanspruchnahme. Umweltindikatoren. https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/umweltdaten-umweltindikatoren/ressourcen#Anker_Flaecheninanspruchnahme (28.04.2023)

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (MKUEM) [Hrsg.] (2023): Bodentemperatur. Klimawandelinformationssystem Rheinland-Pfalz (kwis-rlp). <https://www.klimawandel-rlp.de/de/klimawandelfolgen/boden/klimaindikatoren-boden/bodentemperatur/> (28.04.2023)

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) [Hrsg.] (2021): Klimawandelmonitoring im Land Brandenburg – Aktualisierungsbericht. Fachbeiträge des LfU. Band 160. <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/ueber-uns/veroeffentlichungen/detail/~14-02-2022-klimawandelmonitoring-im-land-brandenburg-aktualisierungsbericht-fachbeitraege-heft> (07.02.2023)

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg [Hrsg.] (2022): Flächeninanspruchnahme. Indikatorenbericht – Statusindikatoren einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg. <https://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/indikatorenbericht-detail/flaecheninanspruchnahme> (28.04.2023)

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2020): Monitoringbericht 2020 zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg. <https://pd.lubw.de/10182> (17.01.2023)

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2022): Umweltdaten 2021 Baden-Württemberg. <https://pudi.lubw.de/detail-seite/-/publication/10246> (12.01.2023)

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (MULE) [Hrsg.] (2020): Klimawandel in Sachsen-Anhalt. Monitoringbericht 2020. https://mwu.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MWU/Klimaschutz/00_Startseite_Klimawandel/210315_Monitoring_2020_bf_.pdf (14.03.2023)

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz (MWVLW) [Hrsg.] (2021): Statistische Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung. https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/nach_themen/umw/Nachhaltigkeit/Statistische_Indikatoren_Nachhaltigkeit_2021.pdf (20.02.2023)

Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (MWU) [Hrsg.] (2022): Nachhaltigkeitsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt - Neuauflage 2022. https://mwu.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MWU/Umwelt/Nachhaltigkeit/00_Startseite_Nachhaltigkeit/230220_Nachhaltigkeitsstrategie_Sachsen-Anhalt.pdf (13.03.2023)

National Aeronautics and Space Administration (NASA); National Drought Mitigation Center (NDMC) [Hrsg.] (2023): NASA Grace. Groundwater and Soil Moisture Conditions from GRACE-FO Data Assimilation for the Contiguous U.S. and Global Land. <https://nasagrace.unl.edu/> (28.04.2023)

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) [Hrsg.] (2023): U.S. Drought Portal. <https://www.drought.gov/> (28.04.2023)

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MU) [Hrsg.] (2020): Fortschrittsbericht zur Nachhaltigkeitsstrategie für Niedersachsen. Fortschreibung und Aktualisierung der Nachhaltigkeitsindikatoren. <https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/158857> (20.02.2023)

Nittka, J. (2021): Weiterführende Informationen zum Kennblatt: Indikator „C6 Schwermetalleintrag“. https://www.liki.nrw.de/fileadmin/liki/Dokumente/Literatur/weiterfuehrende_info_schwermetall.pdf (17.02.2023)

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) [Hrsg.] (2014): Entwicklung des Regenerosität (I-B4). Klimafolgenmonitoring Sachsen. <https://www.klima.sachsen.de/download/IB4Regenerosivitaet.pdf> (03.04.2023)

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) [Hrsg.] (2016a): Entwicklung des Humusvorrats (I-B1). Klimafolgenmonitoring Sachsen. <https://www.klima.sachsen.de/download/IB1Humusvorrat.pdf> (03.04.2023)

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) [Hrsg.] (2016b): Langfristige Entwicklung der Bodentemperatur (I-B3). Klimafolgenmonitoring Sachsen. <https://www.klima.sachsen.de/download/IB3Bodentemperatur.pdf> (03.04.2023)

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) [Hrsg.] (2016c): Langfristige Entwicklung des Bodenwassergehalts (I-B2). Klimafolgenmonitoring Sachsen. <https://www.klima.sachsen.de/download/IB2Bodenwasservorrat.pdf> (03.04.2023)

Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) [Hrsg.] (2023): Landesentwicklungsplan. Wald, Forstwirtschaft, Jagd. <https://www.wald.sachsen.de/landesentwicklungsplan-4773.html> (24.04.2023)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) [Hrsg.] (2013): Waldstrategie 2050 für den Freistaat Sachsen. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11309> (24.04.2023)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) [Hrsg.] (2015): Klimawandel in Sachsen - wir passen uns an! <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22321> (03.04.2023)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) [Hrsg.] (2016): Sachsen hat Zukunft. Nachhaltigkeitsbericht 2016. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/27427> (13.03.2023)

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm) [Hrsg.] (2016): Klimafolgenmonitoring des Landes Berlin. Sachstandsbericht 2016. https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/klimaschutz/publikationen/klimafolgen-monitoringbericht2016_barrierefrei.pdf (14.03.2023)

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK) [Hrsg.] (2013): Versiegelungsgrad in Berlin. https://www.berlin.de/umweltatlas/_assets/boden/versiegelung/de-abbildungen/ad102_09_gr.gif (03.04.2023)

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK) [Hrsg.] (2016): Verhältnis versiegelter zu unversiegelter Fläche. digitales Monitoring- und Informationssystem des Berliner Energie- und Klimaschutzprogramms (diBEK). https://dibek.berlin.de/?lang=de#caption_c3c389c1054 (03.04.2023)

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK) [Hrsg.] (2023): Versiegelung 2021. Umweltatlas. <https://www.berlin.de/umweltatlas/boden/versiegelung/2021/zusammenfassung/> (03.04.2023)

Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022a): Agri-environmental indicator - soil erosion. Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_soil_erosion#Introduction (28.04.2023)

Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022b): Estimated soil erosion by water - area affected by severe erosion rate (source: JRC) (sdg_15_50). https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/sdg_15_50_esmsip2.htm (30.01.2023)

Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022c): Soil sealing index (source: EEA) (sdg_15_41). https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/sdg_15_41_esmsip2.htm (24.04.2023)

Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2023): Agri-environmental indicator - soil cover. Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_soil_cover (28.04.2023)

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2021. <https://dns-indikatoren.de/assets/publications/reports/de/2021.pdf> (12.01.2023)

Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2022): SDG indicator 11.3.1 – Nationale Metadaten. <https://sdg-indikatoren.de/public/Meta/11.3.1.pdf> (30.01.2023)

Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023a): Flächeninanspruchnahme – *Flächen nachhaltig nutzen*. Indikator 11.1.a: Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche. Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. <http://dns-indikatoren.de/11-1-a/> (28.04.2023)

Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023b): Flächeninanspruchnahme – Flächen nachhaltig nutzen. Indikator 11.1.b: Freiraumverlust. Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. <http://dns-indikatoren.de/11-1-b/> (20.02.2023)

Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023c): Indikator 11.3.1. Verhältnis der Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate. Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele für Deutschland. <https://sdg-indikatoren.de/11-3-1/> (30.03.2023)

Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023d): Indikator 15.3.1. Anteil der degradierten Fläche an der gesamten Landfläche. Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele für Deutschland. <https://sdg-indikatoren.de/15-3-1/> (30.03.2023)

Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023e): Ökosysteme – Ökosysteme schützen, Ökosystemleistungen erhalten und Lebensräume bewahren. Indikator 15.2: Eutrophierung der Ökosysteme. Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. <http://dns-indikatoren.de/15-2/> (15.02.2023)

Strahler, A. H.; Strahler, A. N. (1999): Physische Geographie. Ulmer. Stuttgart

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) [Hrsg.] (2018): Die Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie 2018. https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/000_TLUBN/Umweltschutz/Umwelt_und_Raum/Dokumente/Nachhaltigkeitsstrategie/thueringer_nachhaltigkeitsstrategie_2018.pdf (24.04.2023)

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) [Hrsg.] (2020): 3. Indikatorenbericht. Nachhaltige Entwicklung in Thüringen. https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/Publikationen/Publikationen_TMUEN/Indikatorenbericht_TMUEN_2020_01.pdf (13.03.2023)

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) [Hrsg.] (2022): Klimawandelfolgen in Thüringen. Zweiter Monitoringbericht. https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/Publikationen/Publikationen_TMUEN/Thueringen_Klimawandelfolgen-Monitoringbericht2_2023_barrierefrei.pdf (16.06.2023)

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2019): BO-R-2: Dauergrünlandfläche. Monitoring zur DAS. <https://www.umweltbundesamt.de/bo-r-2-das-indikator#bo-r-2-dauergrunlandflaeche> (28.04.2023)

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2021): Daten zur Umwelt. Umweltmonitor 2020. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/daten-zur-umwelt_umweltmonitor-2020_webfassung_bf.pdf (07.03.2023)

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2022a): Indikator: Eutrophierung durch Stickstoff. Flächenanteil empfindlicher Land-Ökosysteme mit Überschreitung der Belastungsgrenzen Eutrophierung. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-eutrophierung-durch-stickstoff> (15.02.2023)

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2022b): Indikator: Grünlandfläche. Umweltindikatoren. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-gruenlandflaeche> (13.03.2023)

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2022c): Indikator-Factsheet: Terrestrisch gespeichertes Wasser (WW-I-1). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023a): Indikator: Siedlungs- und Verkehrsfläche. Umweltindikatoren. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-siedlungs-verkehrsflaeche> (28.04.2023)

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023b): Indikator-Factsheet: Bodenwasser in Waldböden (BO-I-2). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023c): Indikator-Factsheet: Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden (BO-I-1). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023d): Indikator-Factsheet: Erholungsflächen (BAU-R-1). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023e): Indikator-Factsheet: Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden (BO-R-1). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023f): Indikator-Factsheet: Humusvorrat in Waldböden (FW-R-3). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023g): Indikator-Factsheet: Regenerosität (BO-I-3). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023h): Indikator-Factsheet: Siedlungs- und Verkehrsfläche (RO-R-5). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023i): Indikator-Factsheet: Temperatur im Oberboden (BO-I-4). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht

United Nations Statistics Division (UNSD) [Hrsg.] (2022): SDG indicator metadata. Harmonized metadata template - format version 1.1. <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-15-03-01.pdf> (30.03.2023)

Verbundprojekt MonViA [Hrsg.] (2021): Bundesweites Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften. Jahresbericht 2021. https://www.agrarmonitoring-monvia.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/MonViA_Jahresbericht2021_2.0.pdf (13.03.2023)

Vogel, H.-J.; Eberhardt, E.; Franko, U.; Lang, B.; Ließ, M.; Weller, U.; Wiesmeier, M.; Wollschläger, U. (2019): Quantitative Evaluation of Soil Functions: Potential and State. *Front. Environ. Sci.* 7. doi:10.3389/fenvs.2019.00164

A Anhang zu den bodenbezogenen Indikatoren

A.1 Überblick über die recherchierten Indikatoren

Tabelle 13: Überblick zu Indikatoren und Indikatorideen

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
Bodenwasserhaushalt (BW)								
BW-1	Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden (BO-I-1)	x		Der Indikator zeigt die langjährigen Flächenmittel des Versorgungsgrads des Bodens mit Wasser in % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) für Winter- getreide in den Monaten Mai und Juli sowie für Zuckerrübe in den Monaten Juli und September. Die Werte basieren auf dem Modell AMBAV. <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrate- gie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeits- gruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröff- entlicht	Indikator-Steckbrief BW-1
BW-2	Bodenwasser in Waldböden (BO-I-2)	x		Der Indikator stellt die durchschnittliche Anzahl von Tagen im Jahr dar, an denen ein Wassergeh- alt von 40 % nFK im Waldboden (bis 80 cm Bo- dentiefe) unterschritten wird und damit eine mittlere bis hohe Trockenstressgefahr besteht. Zusätzlich wird die Anzahl von Tagen im Jahr ab- gebildet, an denen der Wassergehalt 20 % nFK im Waldboden unterschreitet und damit eine sehr hohe oder extreme Trockenstressgefahr besteht. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrate- gie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeits- gruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröff- entlicht	Indikator-Steckbrief BW-2
BW-3	Bodenwasservorrat in Waldböden (I-BO-2)	x		Als Indikator wird jeweils das Juli-Monatsmittel des Bodenwasservorrats in % nFK an vier ausge- wählten Standorten mit verschiedenen Baumar- ten dargestellt (Mittelwert des Hauptwurzel- raums bis maximal 1 m Tiefe): Hauptmessstation Possen (unter Buche), Hauptmessstation Holz- land (unter Kiefer und Fichte), Hauptmessstation Großer Eisenberg (unter Fichte) sowie Waldmess- station Steiger (unter Eiche) <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Klimafolgenmonitoring Thüringen	Land	Thüringer Ministerium für Um- welt, Energie und Naturschutz (TMUEN) [Hrsg.] (2022): Klima- wandelfolgen in Thüringen. Zwei- ter Monitoringbericht. https://umwelt.thueringen.de/filead- min/Publikationen/Publikatio- nen_TMUEN/Thueringen_Klima- wandelfolgen-Monitoringbe- richt2_2023_barrierefrei.pdf (16.06.2023)	Indikator-Steckbrief BW-3

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
BW-4	Terrestrisch gespeich- ertes Wasser (WW-I-1)	x		Der Indikator bildet Abweichungen der monatli- chen terrestrisch gespeicherten Wassermenge vom langjährigen Mittel 2002 bis 2021 ab; darge- stellt für ganz Deutschland. Er basiert auf den Da- ten der GRACE- und GRACE-FO-Missionen. <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: alle Umweltmedien, die Wasser enthalten</i>	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrate- gie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeits- gruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröff- entlicht	Indikator-Steckbrief BW-4
BW-5	Soil moisture deficit	x		Der Indikator zeigt die jährliche Abweichung des Bodenwassergehalts vom Langzeitmittel (1995- 2019) in einem 500-m-Raster als Karte. Außer- dem wird die Fläche mit einem Defizit des Boden- wassergehalts für die Mitgliedsstaaten in % der Landesfläche angegeben differenziert nach Land- bedeckung. <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten, modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	EEA indicators	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2021): Soil moisture deficit. EEA indicators. https://www.eea.eu- ropa.eu/ims/soil-moisture-deficit (21.04.2023)	Indikator-Steckbrief BW-5
SD-B- 1	Reduction of soil ca- pacity to retain wa- ter		x	Der vorgeschlagene Kennwert bildet das Wasser- rückhaltevermögen der Bodenprobe in Vol.-% ab. Die Kriterien für einen gesunden Bodenzustand werden auf Ebene der Mitgliedsstaaten definiert. Bei gesunden Böden ist der Schätzwert des ge- samten Wasserrückhaltevermögens einer Boden- region in einem Flusseinzugsgebiet oder Teilein- zugsgebiet oberhalb des Minimalwerts. Der Mini- malwert (in Tonnen) soll vom Mitgliedsstaat für Bodenregionen und Flusseinzugsgebiete oder Teil- einzugsgebiete festgesetzt werden. Dabei soll der Wert in einem Bereich liegen, der Auswirkun- gen von Überflutungen aufgrund von Starkregen oder Perioden geringer Bodenfeuchte aufgrund von Dürre mindert. <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Proposal for a Soil Moni- toring Law	Europa	European Commission (o.J.): An- nexes to the proposal for a Di- rective of the European Parliament and of the Council on Soil Monitor- ing and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://envi- ronment.ec.europa.eu/docu- ment/download/3e7c101c-0568- 49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
Bodenwärmehaushalt (BT)								
BT-1	Temperatur im Oberboden (BO-I-4)	x		Als Indikator wird die mittlere Anzahl der Tage mit einer mittleren Temperatur von über 5 °C in 10 cm Tiefe im Jahr sowie die mittlere Anzahl der Tage mit einer mittleren Temperatur von über 5 °C in 10 cm Tiefe in den Perioden 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 dargestellt. Die Daten stammen von 15 ausgewählten Stationen. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht	Indikator-Steckbrief BT-1
BT-2	Bodenfrost in Waldböden (I-BO-4)	x		Der Indikator stellt die Anzahl der Tage mit kurzzeitigem und ganztägigem Bodenfrost im mittleren Thüringer Wald in einer Messtiefe von 20 cm dar. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Klimafolgenmonitoring Thüringen	Land	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) [Hrsg.] (2022): Klimawandelfolgen in Thüringen. Zweiter Monitoringbericht. https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/Publikationen/Publikationen_TMUEN/Thueringen_Klimawandelfolgen-Monitoringbericht2_2023_barrierefrei.pdf (16.06.2023)	Indikator-Steckbrief BT-2
Bodenstoffhaushalt (BS) = Soil organic carbon Soil nutrients and pH Presence of soil pollutants, excess nutrients and salts**								
BS-1	Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden (BO-R-1)	x		Der Indikator bildet den Humusgehalt (organischer Kohlenstoff, C _{org}) und den Gehalt von Gesamtstickstoff (N _t) im Oberboden von ackerbaulich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen in Bayern sowie den Humusgehalt und den Gehalt von Gesamtstickstoff im Oberboden von Grünland-Bodendauerbeobachtungsflächen in Bayern ab. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht	Indikator-Steckbrief BS-1
BS-2	Humusvorrat in Waldböden (FW-R-3)	x		Der Indikator stellt den im Waldboden gespeicherten organischen Kohlenstoff bis in 30 cm Tiefe dar. <i>Datenbasis: modellierte Daten</i>	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht	Indikator-Steckbrief BS-2

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
				<i>Fokus: Waldböden</i>			der Interministeriellen Arbeits- gruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröff- fentlicht	
BS-3	Entwicklung Humus- vorrat in forstlichen Böden (E6)	x		Der Indikator vergleicht die prozentuale Vertei- lung der Humusformen Mull, Moder und Rohhu- mus (und andere) bei der Bodenzustandserhe- bung (BZE) 1993 mit der Verteilung bei der BZE 2006. Er zeigt zudem die mittleren Kohlenstoff- vorräte in der Humusaufgabe und im Mineralbo- den bis 30 cm Tiefe in t/ha. <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Klimafolgenindikatoren Sachsen-Anhalt	Land	Ministerium für Umwelt, Landwirt- schaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (MULE) [Hrsg.] (2020): Klimawandel in Sachsen- Anhalt. Monitoringbericht 2020. https://mwu.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MWU/Klimaschutz/00_Startseite_Klimawandel/210315_Monitoring_2020_bf_.pdf (14.03.2023)	Indikator-Steckbrief BS-3
BS-4	Eutrophierung durch Stickstoff	x		Der Indikator zeigt den Flächenanteil empfindlicher Land-Ökosysteme mit Überschreitung der Belastungsgrenzen Eutrophierung. <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Umweltindikatoren des UBA	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2022a): Indikator: Eutrophierung durch Stickstoff. Flächenanteil empfindlicher Land-Ökosysteme mit Überschreitung der Belas- tungsgrenzen Eutrophierung. https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-eutrophierung-durch-stickstoff (15.02.2023)	Indikator-Steckbrief BS-4
BS-5	Säure- und Stickstof- feintrag (B5)	x		Der Indikator bildet den Säureeintrag sowie den Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre durch nasse Deposition auf Freiflächen im Wald in Kilo- Eq/ha*a bzw. in kg/ha/a ab. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	LiKi-Umweltindikatoren	Bund	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nach- haltigkeit“ (BLAG KliNa) [Hrsg.] (2022b): Umweltbezogene Nach- haltigkeitsindikatoren 2022. Infor- mationen zur Umweltqualität in den Bundesländern. https://www.liki.nrw.de/fileadmin/liki/Dokumente/Erfahrungsberichte/Erfahrungsbericht-07-2022-Broschuere.pdf (17.02.2023)	Indikator-Steckbrief BS-5

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
BS-6	Schwermetalleintrag	x		Der Indikator stellt den Schwermetalleintrag aus der Atmosphäre in naturnahe waldfreie Ökosysteme als Index dar. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein (ohne Waldböden)</i>	LiKi-Umweltindikatoren	Bund	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ (BLAG KliNa) [Hrsg.] (2022b): Umweltbezogene Nachhaltigkeitsindikatoren 2022. Informationen zur Umweltqualität in den Bundesländern. https://www.liki.nrw.de/fileadmin/liki/Dokumente/Erfahrungsberichte/Erfahrungsbericht-07-2022-Broschuere.pdf (17.02.2023)	Indikator-Steckbrief BS-6
BS-7	Altlasten	x		Der Indikator beschreibt die Entwicklung der Anzahl der Flächen mit geklärtem Altlast-Verdacht in Bayern seit 2001. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Umweltindikatoren Bayern	Land	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) [Hrsg.] (2019): Umweltbericht Bayern 2019. https://www.bestellen.bayern.de/shop/link/lfu_all_00155.htm (17.02.2023)	Indikator-Steckbrief BS-7
BS-8	Mittlere Aktivitätskonzentration an Cäsium-137 im Boden in Baden-Württemberg	x		Der Indikator zeigt die mittlere Aktivitätskonzentration an Cäsium-137 im Boden in Baden-Württemberg in Bq/kg TM seit 1989 bis 2020. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Umweltdaten Baden-Württemberg	Land	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2022): Umweltdaten 2021 Baden-Württemberg. https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10246 (12.01.2023)	Indikator-Steckbrief BS-8
BS-9	Humusentwicklung (I-BO-4)		x	Der Indikator soll Mittelwert und Standardabweichung der Kohlenstoffvorräte in Grünlandböden zeigen, differenziert für Böden mit hohen und geringen Kohlenstoffausgangsgelalten. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern	Land	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) [Hrsg.] (2017): Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern. Machbarkeitsstudie. UmweltSpezial. https://www.bestellen.bayern.de/shop/link/lfu_klima_00151.htm (14.03.2023)	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
BS-10	Soil organic carbon		x	Der Indikator soll den prozentualen Anteil des organischen Kohlenstoffs im Oberboden (oberste 30 cm) abbilden. Als Messmethode werden die Walkley-Black-Methode ¹⁹ oder die Dumas-Methode ²⁰ empfohlen. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Sustainable Soil Management indicators	Global	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [Hrsg.] (2020): Protocol for the assessment of Sustainable Soil Management. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/SSM/SSM_Protocol_EN_006.pdf (12.01.2023)	
BS-11	Falling below optimal SOC level [SOC = soil organic carbon]		x	Der Indikator soll die Fläche des Ackerlandes darstellen, dessen Boden spezifische Grenzwerte des organischen Kohlenstoffs unterschreitet. Die Grenzwerte wurden für leichte, mittlere und schwere Böden definiert. Ergebnisse zu diesem Indikator sollen noch im Jahr 2023 vom European Topic Centre on Data Integration and Digitalisation (ETC DI) veröffentlicht werden (EEA 2023b; S. 46). <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
SD-A-1	Loss of soil organic carbon		x	Der Kennwert soll die Konzentration von organischem Kohlenstoff im Boden in g/kg abbilden. Die noch zu bestimmenden Bewertungskriterien für einen gesunden Bodenzustand werden auf EU-Ebene definiert und sollen für organische Böden die in Zusammenhang mit den Artikeln 4.1, 4.2 und 9.4 der EU-Verordnung über die Wiederherstellung der Natur ²¹ stehenden Ziele auf nationaler Ebene berücksichtigen. Für mineralische Böden soll als Bewertungsgrundlage das Verhältnis von organischem Kohlenstoff und Ton herangezogen werden. Als Merkmal eines gesunden Bodens gilt dann ein	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	

¹⁹ <http://www.fao.org/3/ca7471en/CA7471EN.pdf>

²⁰ <http://www.fao.org/3/ca7781en/ca7781en.pdf>

²¹ Für diese Verordnung liegt bisher nur ein Vorschlag der Europäischen Kommission vor, sie ist noch Gegenstand eines laufenden Gesetzgebungsverfahrens. Der Entwurf ist aus dem Jahr 2022 und kann hier eingesehen werden: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52022PC0304>.

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
				Verhältnis > 1/13. Dabei können die Mitglieds- staaten Korrekturfaktoren nutzen, wo spezifische Böden oder klimatische Bedingungen dies recht- fertigen. Dabei ist der aktuelle Gehalt an organi- ischem Kohlenstoff in Dauergrünland zu berück- sichtigen. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: alle organischen Böden und nicht-bewirt- schaftete mineralische Böden natürlicher Flächen</i>				
BS- 12	Exceedance of criti- cal levels of mineral nitrogen (agricul- tural land)		x	Der Ansatz dieser Indikatoridee ist, dass zu viel Stickstoff in landwirtschaftlich genutzte Böden eingetragen wird, wenn kritische Levels im Grundwasser, in Oberflächengewässern und in der Luft erreicht werden. Als Proxy werden daher die Gehalte von Ammoniak (NH ₃) in der Luft, von Nitrat (NO ₃) im Grundwasser und von Stickstoff (N) in Oberflächengewässern gemessen. Grenz- werte wurden für diese Umweltmedien definiert. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitor- ing in Europe. Indicators and thresholds for soil health assess- ments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
BS- 13	N limitation based on exceedance of C:N ratio [carbon-nitrogen ra- tio (C/N; C:N ratio)]		x	Ein möglicher Indikator für die Auswirkungen der Stickstoff-Eutrophierung in Wäldern ist das C:N- Verhältnis in der sehr feuchten organischen Auf- lage von moderat nährstoffhaltigen bis nährstoff- armen Waldböden (englisch: H horizon) bzw. in den obersten cm von Mineralböden bei nähr- stoffreichen Waldböden ohne eine solche Auf- lage. Die EEA schlägt einen Indikator zum C:N- Verhältnis vor, der die folgenden Grenzwerte be- rücksichtigt: Ein C:N-Verhältnis um 25 (zwischen 20 und 30) wird als kritisch betrachtet (das heißt, es sollte nicht überschritten werden). Bei Werten über 30 wird von einer sehr hohen Stickstoffre- tention ausgegangen und bei Werten unter 20 besteht ein hohes Risiko der Stickstoff-Auswa- schung. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitor- ing in Europe. Indicators and thresholds for soil health assess- ments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
BS-14	Falling below of optimal phosphorus		x	Der Ansatz des Indikators ist, dass es einen optimalen Phosphorgehalt des Bodens gibt. Liegt der Phosphorgehalt darunter, begrenzt dies das Pflanzenwachstum und die Ernte, liegt er darüber drohen Umweltschäden. Der Indikator soll abbilden, ob dieser optimale Phosphorgehalt erreicht ist. Dieser ist von verschiedenen Faktoren abhängig (zum Beispiel der angebauten Feldfrucht), dennoch gibt die EEA eine Phosphorkonzentration von 25-35 mg/kg als allgemeinen Richtwert („optimal P fertility class“) an. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
BS-15	P limitation based on exceedance of N:P ratio		x	Der Indikator soll das Stickstoff-Phosphor-Verhältnis in der organischen Bodenaufgabe (Blätter und Nadeln) von Waldböden abbilden. Als kritische Grenzwerte, die nicht überschritten werden sollten, wird für Nadelwälder ein N:P-Verhältnis > 18 und für Laubwälder ein N:P-Verhältnis > 25 angegeben. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
SD-B-2	Excess nutrient content in soil [phosphorus]		x	Der vorgeschlagene Kennwert bildet den extrahierbaren Phosphor im Boden in mg/kg ab. Als Merkmal eines gesunden Bodens gilt ein Phosphorgehalt kleiner eines „Maximalwerts“, der auf Ebene der Mitgliedsstaaten definiert wird. Diesen Maximalwert soll der Mitgliedsstaat innerhalb der Spanne 30-50 mg/kg festsetzen. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	
SD-C-1	Excess nutrient content in soil [nitrogen]		x	Der vorgeschlagene Kennwert gibt den Stickstoffgehalt des Bodens in mg/g an. Ein Kriterium für einen gesunden Bodenzustand existiert nicht. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
							Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	
BS-16	Exceedance of critical pH levels		x	Die Indikatoridee befasst sich mit dem pH-Wert von landwirtschaftlich genutzten Böden. Als kritisch werden pH-Werte < 4,5-4,7 erachtet (Aluminium könnte gelöst werden). Zu vermeiden sind bereits pH-Werte < 5,0-5,5. Der optimale pH-Wert ist kulturspezifisch und liegt für Kartoffeln beispielsweise bei pH=6,0. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
SD-C-2	Acidification		x	Der vorgeschlagene Kennwert gibt den pH-Wert des Bodens an. Ein Kriterium für einen gesunden Bodenzustand existiert nicht. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	
BS-17	Exceedance of critical inorganic Al levels		x	Als zweiten Indikator zur Bodenversauerung von Waldböden (neben dem Hauptindikator pH-Wert) stellt die EEA das Verhältnis von Aluminium zu Basen-Kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} und K^+) vor. Als allgemeiner Grenzwert wird ein Verhältnis von $\text{Bc}/\text{Al} = 1$ angegeben, wobei der Grenzwert je nach Baumart zwischen 0,5 und 2,0 liegen kann. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
BS-18	Exceedance of screening values for critical risk from		x	Als Indikatoren für die Belastung von Böden mit Schwermetallen oder organischen Schadstoffen wird das Überschreiten von „soil screening va-	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
	heavy metals and organic pollutants			lues“ (SSV, risikobasierte Warnwerte oder Alarmschwellen) oder Grenzwerten vorgeschlagen. Diese können in den einzelnen Mitgliedsstaaten der EU unterschiedlich sein (eine Liste ist Teil des Berichts), aber die EU arbeitet an einer Harmonisierung. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>			thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
SD-B-3	Soil contamination		x	Der vorgeschlagene Kennwert besteht aus zwei Teilen: ► Es wird die Konzentration von Schwermetallen in µg/kg abgebildet: As, Sb, Cd, Co, Cr (total), Cr (VI), Cu, Hg, Pb, Ni, Tl, V, Zn. ► Es wird die Konzentration ausgewählter organischer Schadstoffe abgebildet, wie in den Mitgliedsstaaten etabliert. Dabei sollen in der EU-Gesetzgebung bestehende Schwellenwerte für Konzentrationen beispielsweise für die Wasserqualität und Luftemissionen berücksichtigt werden. Die Kriterien für einen gesunden Bodenzustand werden auf Ebene der Mitgliedsstaaten definiert. Als Merkmal eines gesunden Bodens dient eine angemessene Sicherheit, dass eine Bodenkontamination kein unannehmbares Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt birgt, die sich aus der Untersuchung punktueller Bodenproben, der Identifizierung und Untersuchung kontaminierter Flächen und anderen einschlägigen Informationen ergibt. Lebensräume mit natürlicherweise hohen Schwermetall-Konzentrationen, die im Annex I der Richtlinie 92/43/EEC gelistet sind, bleiben geschützt. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	
SD-A-2	Salinization		x	Der Kennwert soll die elektrische Leitfähigkeit in dS/m abbilden. Die Kriterien für einen gesunden Bodenzustand werden auf EU-Ebene definiert.	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
				Die Bewertungsgrundlage soll von der Messmethode abhängig gemacht werden. Wenn zur Messung ein Bodensättigungsextrakt verwendet wird, gilt als Merkmal eines gesunden Bodens eine Leitfähigkeit < 4 dS/m. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein ohne natürlicherweise salzhaltige Landflächen und Landflächen, die direkt vom Meeresspiegelanstieg betroffen sind</i>			and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	

Bodenstruktur (BU) = Soil structure bulk density & absence of soil sealing / erosion

BU-1	Regenerosivität (BO-I-3)	x		Der Indikator besteht aus einem Diagramm und einer Karte. Das Diagramm zeigt ► den bundesdeutschen Mittelwert der jährlichen Regenerosivität (R-Faktor der ABAG) aus RADKLIM, ► den bundesdeutschen Mittelwert der jährlichen Regenerosivität (R-Faktor der ABAG) aus Ombrometermessungen und ► das gleitende 5-Jahresmittel des bundesdeutschen Mittelwerts der jährlichen Regenerosivität. Die Karte bildet den Regenerosivitätsfaktor deutscher Kreise im Mittel mehrerer Jahre ab. <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht	Indikator-Steckbrief BU-1
BU-2	Estimated severe soil erosion by water (SDG_15_50 (online))	x		Dargestellt wird die Fläche in km ² , die von einer Bodenerosion > 10 t/ha*a betroffen ist, sowie ihr prozentualer Anteil an der gesamten nicht-künstlichen erosiven Fläche eines Landes. Die Daten beruhen auf Schätzungen von Bodenerosionsmodellen und wurden nicht gemessen. <i>Datenbasis: modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Monitoring on progress towards the SDGs in an EU context	Europa	Europäische Kommission; Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022): Sustainable development in the European Union. Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. 2022 edition. https://data.europa.eu/doi/10.2785/313289 (30.01.2023)	Indikator-Steckbrief BU-2

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
BU-3	Exceedance of actual rate of soil loss by water erosion		x	Die EEA strebt einen Indikator an, der nicht nur auf modellierten Daten basiert, sondern auch Messdaten integriert. Als Haupt-Indikator soll der Bodenverlust in t/ha*a dienen (Zusatzindikatoren können den Einfluss der Bewirtschaftung, die Fläche mit nicht zu tolerierendem Bodenverlust sowie Ausmaß, Häufigkeit und Schwere von Boden-erosion durch Wasser auf Messflächen sein). Schwellenwerte, wie viel Bodenverlust zu tolerieren ist, werden für verschiedene Böden genannt, jedoch mit dem Hinweis, dass es zu vielen Bodeneigenschaften und Landnutzungsformen noch Wissenslücken gibt. <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
SD-A-3	Soil erosion		x	Der vorgeschlagene Kennwert bildet die Erosionsrate in t/ha*a ab. Das Kriterium für einen gesunden Bodenzustand wird auf EU-Ebene definiert: Als Merkmal eines gesunden Bodens wird eine Erosionsrate ≤ 2 t/ha*a angegeben. <i>Datenbasis: nicht definiert, Mindestanforderungen an eine Modellierung sind beschrieben</i> <i>Fokus: Böden allgemein ohne Ödland und andere unbewirtschaftete natürliche Landflächen abgesehen von solchen, die ein hohes Katastrophenrisiko aufweisen</i>	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	
BU-4	Harmful subsoil compaction		x	Die EEA priorisiert zwei (Teil-)Indikatoren zur Bodenverdichtung, für die es Schwellenwerte gibt: die hydraulische Leitfähigkeit gesättigter Böden und die Luftkapazität (das luftgefüllte Porenvolumen). Als sekundäre Teilindikatoren mit Schwellenwerten werden genannt: die Korndichte, die Tragfähigkeit, die Luftdurchlässigkeit und die Sauerstoffdiffusion. <i>Datenbasis: gemessene und modellierte Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
SD-A-4	Subsoil compaction		x	<p>Der vorgeschlagene Kennwert bildet die Rohdichte im Unterboden (oberer Teil des B- oder E-Horizonts gemäß FAO-Klassifikation) ab. Die Mitgliedsstaaten können diesen Kennwert durch einen äquivalenten Parameter ersetzen. Als Einheit wird g/cm³ angegeben.</p> <p>Die Merkmale gesunder Böden sollen auf EU-Ebene definiert werden und hängen von der Bodenart ab. Folgende Kriterien werden angegeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> ► Sand, lehmiger Sand, sandiger Lehm und Lehm: < 1,80 ► Sandig-toniger Lehm, Lehm, toniger Lehm, Schluff und schluffiger Lehm: < 1,75 ► Schluffiger Lehm und schluffig-toniger Lehm: < 1,65 ► Sandiger Ton, schluffiger Ton und toniger Lehm mit 35-45 % Ton: < 1,58 ► Ton: < 1,47 <p>Mitgliedsstaaten, die den Kennwert durch einen äquivalenten Parameter ersetzen, sollen äquivalente Bewertungskriterien entwickeln.</p> <p><i>Datenbasis: gemessene Daten</i></p> <p><i>Fokus: Böden allgemein ohne nicht-bewirtschaftete Böden natürlicher Flächen</i></p>	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	
SD-C-3	Topsoil compaction		x	<p>Der vorgeschlagene Kennwert bildet die Rohdichte im Oberboden (A-Horizont) in g/cm³ ab. Ein Kriterium für einen gesunden Bodenzustand existiert nicht.</p> <p><i>Datenbasis: gemessene Daten</i></p> <p><i>Fokus: Böden allgemein</i></p>	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
BU-5	Soil physical proper- ties		x	Als Proxy-Indikator für den bodenphysikalischen Zustand, wie Bodenstruktur, Porosität und Verdichtung wird die Rohdichte in kg/dm ³ empfohlen. Sie wird über die Masse des ofentrockenen Bodens einer Probe bekannten Volumens gemessen. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Keiner</i>	Sustainable Soil Manage- ment indicators	Global	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [Hrsg.] (2020): Protocol for the assessment of Sustainable Soil Management. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/SSM/SSM_Protocol_EN_006.pdf (12.01.2023)	
Bodenbiodiversität (BB) = Soil biodiversity								
BB-1	Regenwurmfauna (I-BO-2)	x		Der Indikator zeigt die Biomasse anezischer (tiegrabender) Regenwürmer in Gramm Frischmasse pro m ² . <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Monitoring zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg	Land	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2020): Monitoringbericht 2020 zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg. https://pd.lubw.de/10182 (17.01.2023)	Indikator-Steckbrief BB-1
BB-2	Trends von Regenwurmgesellschaften in den für Deutschland typischen Agrarräumen		x	„Das Trendmonitoring soll frühzeitig erkennen, wenn natürliche und anthropogene Einflüsse die ökologische Funktion der Regenwurmgesellschaften gefährden oder bestimmte Maßnahmen ganz besonders zur Förderung beitragen. [...] Es hat sich gezeigt, dass die anektische Art <i>Lumbricus terrestris</i> , der Gemeine Regenwurm oder Tauwurm, als Leitart für das Trendmonitoring über den alleinigen chemischen Austrieb die Böden gut beschrieben werden kann. Aktuell wird daran gearbeitet (I) welche Parameter für eine intakte Regenwurmgesellschaft stehen und (II) unter welchen Bedingungen und mit welchen Partnern die Erhebungen in den Regionen durchgeführt werden können.“ (BLE 2023) <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA)	Bund	Verbundprojekt MonViA [Hrsg.] (2021): Bundesweites Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften. Jahresbericht 2021. https://www.agrarmonitoring-monvia.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/MonViA_Jahresbericht2021_2.0.pdf (13.03.2023) Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) [Hrsg.] (2023): Monitoring Boden & Organismengruppen: Regenwürmer. Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA). https://www.agrarmonitoring-monvia.de/monitoring-boden/regenwuermer (13.03.2023)	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
BB-3	Soil biological activity		x	Gezeigt werden soll die Bodenrespiration (engl.: soil respiration rate) in $\text{gCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{d}$ basierend auf statischen oder dynamischen Laborwerten (Bodenrespirations-Messungen). Dafür kommen verschiedene Methoden infrage. Idealerweise wird der Indikator mit mindestens einem anderen biologischen Indikator kombiniert (beispielsweise die mikrobielle Biomasse, Methoden zur Bestimmung der spezifischen Enzymaktivität oder der Bait-Lamina-Methode). <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Sustainable Soil Management indicators	Global	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [Hrsg.] (2020): Protocol for the assessment of Sustainable Soil Management. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/SSM/SSM_Protocol_EN_006.pdf (12.01.2023)	
BB-4	Loss of soil biodiversity		x	Einen konkreten Indikatoransatz zum Verlust der biologischen Vielfalt des Bodens beschreibt die EEA noch nicht. Ein Indikator ist noch zu entwickeln. Dieser sollte die Vielfalt und die Menge von Schlüsselarten und/oder funktionellen Gruppen im Boden erfassen. Erste Ideen sind beispielsweise, die Vielfalt der Regen- oder Fadenwürmer, die mikrobielle Bodenatmung oder die mikrobielle Biomasse darzustellen oder eine Indexierung der biologischen Bodenqualität vorzunehmen. Auch Proxy-Indikatoren wie eine Abbildung der Einhaltung von Toleranzbereichen von Temperatur und pH-Werten für Arten(gruppen) werden diskutiert. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
SD-C-4	Loss of soil biodiversity		x	Der vorgeschlagene Kennwert bildet die Basalatmung in trockenem Boden in $\text{mm}^3\text{O}_2/\text{g}\cdot\text{hr}$ ab. Ein Kriterium für einen gesunden Bodenzustand existiert nicht. Mitgliedsstaaten können auch andere optionale Bodenkennwerte für die Biodiversität wählen, wie: ► Metabarcoding von Bakterien, Pilzen, Protisten und Tieren; ► Abundanz und Vielfalt von Nematoden:	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief	
		ausge- arbeitet	Idee						
				<div><div>► Mikrobielle Biomasse;</div><div>► Abundanz und Vielfalt von Regenwürmern (in Ackerland);</div><div>► Invasive Arten und Pflanzenschädlinge.</div></div> <div>Datenbasis: nicht definiert</div> <div>Fokus: Böden allgemein</div>					
Landnutzung (LN) = Soil structure bulk density & absence of soil sealing / erosion Vegetation cover Landscape heterogeneity Area of forest and other wooded lands									
LN-1	Verhältnis der Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate (11.3.1)	x		Der Indikator stellt das Verhältnis der Flächenverbrauchsrate in % zur Bevölkerungswachstumsrate in % dar. Die Flächenverbrauchsrate errechnet sich dabei aus der Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV). Datenbasis: gemessene und modellierte Daten Fokus: Böden allgemein	Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele für Deutschland	Bund	Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023c): Indikator 11.3.1. Verhältnis der Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate. Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele für Deutschland. https://sdg-indikatoren.de/11-3-1/ (30.03.2023)	Indikator-Steckbrief LN-1	
LN-2	Siedlungs- und Verkehrsfläche (RO-R-5)	x		Als Indikatoren werden die mittlere tägliche Zunahme der SuV differenziert nach verschiedenen Flächenkategorien sowie die mittlere tägliche Zunahme der SuV als gleitender 4-Jahres-Mittelwert dargestellt. Datenbasis: gemessene Daten Fokus: Böden allgemein	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht	Indikator-Steckbrief LN-2	
LN-3	Verhältnis unversiegelte/versiegelte Fläche (I-B-01)	x		Als Indikator wird das Verhältnis unversiegelter und unbebauter Flächen zu versiegelten Flächen Berlins abgebildet. Datenbasis: gemessene Daten und Fernerkundungsdaten Fokus: Böden allgemein	Klimafolgenmonitoring des Landes Berlin	Land	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm) [Hrsg.] (2016): Klimafolgenmonitoring des Landes Berlin. Sachstandsbericht 2016. https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/klimaschutz/publikationen/klimafolgenmonitoringbericht2016_barrierefrei.pdf (14.03.2023)	Indikator-Steckbrief LN-3	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
LN-4	Soil sealing index SDG_15_41 (online)	x		Der Indikator bildet die versiegelte Fläche wie Gebäude, Asphalt-, Metall-, Glas-, Plastik- oder Betonflächen in km ² basierend auf Fernerkundungsdaten als Index ab, wobei der Wert des Jahres 2006 als Basiswert dient. <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Monitoring on progress towards the SDGs in an EU context	Europa	Europäische Kommission; Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022): Sustainable development in the European Union. Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. 2022 edition. https://data.europa.eu/doi/10.2785/313289 (30.01.2023)	Indikator-Steckbrief LN-4
LN-5	Imperviousness and imperviousness change in Europe	x		„Imperviousness“ beschreibt die Abdeckung von Boden mit undurchlässigen Materialien (Versiegelung). Der Indikator zeigt die versiegelte Fläche in MAES-Ökosystemen (MAES = Mapping Europe's ecosystems), differenziert nach Überflutungsgebieten, Küstengebieten und Schutzgebieten in km ² . Außerdem wird in einer weiteren Abbildung die Versiegelung in MAES-Ökosystemen in % der Ökosystemfläche differenziert nach Mitgliedsstaaten angegeben. <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	EEA indicators	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2022b): Imperviousness and imperviousness change in Europe. EEA indicators. https://www.eea.europa.eu/ims/imperviousness-and-imperviousness-change-in-europe (21.04.2023)	Indikator-Steckbrief LN-5
LN-6	Net land take in cities and commuting zones in Europe	x		Der Indikator zeigt für die EU-27 die Netto-Landnahme in km ² in Städten und ihrem Umland (FUA, functional urban areas) differenziert nach Landnutzungen und im Durchschnitt der Jahre 2012-2018. Außerdem wird für die einzelnen Mitgliedsstaaten der EEA-38 die Netto-Landnahme differenziert nach Landnutzungen in % der FUA-Fläche der einzelnen Mitgliedsstaaten abgebildet. <i>Datenbasis: Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	EEA indicators	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023a): Net land take in cities and commuting zones in Europe. EEA indicators. https://www.eea.europa.eu/ims/net-land-take-in-cities (21.04.2023)	Indikator-Steckbrief LN-6
LN-7	Erholungsflächen (BAU-R-1)	x		Der Indikator bildet die Erholungs- und Friedhofsfläche je Einwohner*in in Städten mit mehr als 500.000 Einwohnerinnen*Einwohnern sowie die Erholungs- und Friedhofsfläche je Einwohner*in in Städten mit 100.000 bis 500.000 Einwohnern*Einwohnerinnen ab.	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der	Indikator-Steckbrief LN-7

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
				<i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>			Bundesregierung. Noch unveröffentlicht	
LN-8	Freiraumverlust (11.1.b)	x		Der Indikator stellt als gleitenden Vierjahresdurchschnitt die jährliche Veränderung der Freiraumfläche in m ² /E dar. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	Bund	Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023b): Flächeninanspruchnahme – Flächen nachhaltig nutzen. Indikator 11.1.b: Freiraumverlust. Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. http://dns-indikatoren.de/11-1-b/ (20.02.2023)	Indikator-Steckbrief LN-8
LN-9	Grünlandfläche	x		Abgebildet wird die Gesamtfläche des Dauergrünlands in Deutschland sowie dessen Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Umweltindikatoren des UBA	Bund	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2022b): Indikator: Grünlandfläche. Umweltindikatoren. https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-gruenlandflaeche (13.03.2023)	Indikator-Steckbrief LN-9
LN-10	Waldflächenanteil und Waldfläche absolut (36)	x		Der Indikator zeigt die Entwicklung der absoluten Fläche des Waldes in ha sowie den prozentualen Anteil der Waldflächen an der Gesamtfläche Bayerns in den Jahren 1992 bis 2019. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Waldböden</i>	Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern	Land	Bayerisches Landesamt für Statistik [Hrsg.] (2021): Indikatorenbericht zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern. Ausgabe 2021. https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/2021_indikatorenbericht_nachhaltigkeit.pdf (20.02.2023)	Indikator-Steckbrief LN-10
LN-11	Bodenpflegende Landbewirtschaftung (R-BO-1)	x		Der Indikator bildet die Fläche der bewilligten Maßnahmen von Agrarumweltprogrammen zur bodenpflegenden Landbewirtschaftung in km ² ab. Dargestellt sind Flächen mit Herbstbegrünung, Winterbegrünung sowie Greeningflächen mit Zwischenfruchtanbau oder Gründecke. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden</i>	Monitoring zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg	Land	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2020): Monitoringbericht 2020 zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg. https://pd.lubw.de/10182 (17.01.2023)	Indikator-Steckbrief LN-11

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
LN-12	Anteil der degradier- ten Fläche an der ge- samten Landfläche (15.3.1)		x	Landdegradation ist definiert als Abnahme oder Verlust der biologischen oder wirtschaftlichen Produktivität und Komplexität von Acker- und Weideland, Forsten und Wald aufgrund einer Kombination aus Belastungen inklusive Landnutzung und Bewirtschaftung. Der SDG-Indikator 15.3.1 ist ein binärer Indikator (degradiert / nicht degradiert) und basiert auf der Analyse der verfügbaren Daten zu drei Subindikatoren: Trends der Bodenbedeckung, Produktivität des Bodens und Kohlenstoffvorrat. <i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: landwirtschaftlich genutzte Böden und Waldböden</i>	Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele für Deutschland	Bund/Global	<ul style="list-style-type: none"> ► Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023d): Indikator 15.3.1. Anteil der degradierten Fläche an der gesamten Landfläche. Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele für Deutschland. https://sdg-indikatoren.de/15-3-1/ (30.03.2023) ► United Nations Statistics Division (UNSD) [Hrsg.] (2022): SDG indicator metadata. Harmonized metadata template - format version 1.1. https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-15-03-01.pdf (30.03.2023) 	
LN-13	Sealed area per total land area		x	Der Indikator bildet den prozentualen Anteil der versiegelten Fläche an der Landesfläche ab. Darüber hinaus sollte die Flächenneuanspruchnahme gemessen an den jeweiligen nationalen Zielen gezeigt werden. Beide (Teil-) Indikatoren sind im Rahmen der EEA-Indikatoren bereits ausgearbeitet (und in dieser Tabelle auch dargestellt, Links: Indikator Imperviousness , Indikator Land Take). <i>Datenbasis: gemessene Daten und Fernerkundungsdaten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i>	Soil monitoring in Europe	Europa	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023b): Soil monitoring in Europe. Indicators and thresholds for soil health assessments. EEA Report. Band 08/2022. https://www.eea.europa.eu/publications/soil-monitoring-in-europe (07.02.2023)	
SD-D-1	Land take and soil sealing indicators		x	Als Kennwerte für die Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung sind drei Indikatoren vorgesehen: <ul style="list-style-type: none"> ► die gesamte künstliche Landoberfläche in km² und in % der Landfläche des Mitgliedsstaats ► Flächenneuanspruchnahme, Flächenaufgabe und Netto-Landnahme im Jahresmittel in km² und % der Landfläche des Mitgliedsstaats 	Proposal for a Soil Monitoring Law	Europa	European Commission (o.J.): Annexes to the proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Annexes 1 to 7. https://environment.ec.europa.eu/document/download/3e7c101c-0568-	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
				<p>► die Bodenversiegelung in km² und in % der Landfläche des Mitgliedsstaats</p> <p>Die Mitgliedsstaaten können auch verwandte, optionale Indikatoren messen, wie</p> <p>► Fragmentierung von Landflächen</p> <p>► Rate des Flächenrecyclings</p> <p>► Flächeninanspruchnahme für Gewerbe, Logistikzentren, Erneuerbare Energien, Flächen wie Flughäfen, Straßen, Bergbau</p> <p>► Folgen der Flächenneuanspruchnahme wie die Quantifizierung des Verlustes von Ökosystemleistungen, Änderungen der Überflutungsintensität</p> <p><i>Datenbasis: nicht definiert</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i></p>			49da-bc5a-3dd6f4a9b372_en (17.08.2023)	
LN-14	Soil productivity		x	<p>Die Produktivität des Bodens beschreibt dessen Fähigkeit, Biomasse für die Landwirtschaft, die Forstwirtschaft oder im Rahmen natürlicher Vorgänge zu produzieren. Sie wird als Proxy-Indikator für den Bodenzustand und die Auswirkungen nachhaltiger Bodenbewirtschaftung vorgeschlagen. Gemessen wird das Gesamtertragsgewicht der landwirtschaftlichen Erzeugnisse oder der trockenen Biomasse in t/ha*a. Für Aussagen zu den Auswirkungen nachhaltiger Bodenbewirtschaftung sollten stets dasselbe landwirtschaftliche Produkt gemessen werden, und die Inputbedingungen sollten identisch sein.</p> <p><i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Böden allgemein</i></p>	Sustainable Soil Management indicators	Global	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [Hrsg.] (2020): Protocol for the assessment of Sustainable Soil Management. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/SSM/SSM_Protocol_EN_006.pdf (12.01.2023)	
LN-15	Renaturierung von Mooren (R-NA-1)		x	<p>Der Indikator soll den jährlichen Zuwachs von Flächen zeigen, auf denen Hoch- und Niedermooore renaturiert bzw. wieder klimaschonend bewirtschaftet werden, ggf. auch investierte Mittel.</p> <p><i>Datenbasis: gemessene Daten</i> <i>Fokus: Moorböden</i></p>	Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern	Land	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) [Hrsg.] (2017): Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern. Machbarkeitsstudie. UmweltSpezial.	

Nr.	Titel des Indikators / der Indikatoridee (Code)	Ausarbeitungs- stand		Kurzbeschreibung (inkl. Datenbasis und Fokus*)	Monitoring- programm	Politische Ebene	Quelle	Ggf. Link zum Steckbrief
		ausge- arbeitet	Idee					
							https://www.bestellen.bayern.de/shop-link/ifu_klima_00151.htm (14.03.2023)	

Quelle: eigene Zusammenstellung

Stand der Zusammenstellung: 21. April 2023 (Die „soil descriptors“ des Entwurfs eines Boden-Monitoring-Gesetzes der EU-Kommission wurden im August 2023 ergänzt.)

* Der Fokus stellt dar, ob sich der Indikator auf landwirtschaftlich genutzte Böden, Waldböden oder Moorböden fokussiert/begrenzt. Wenn kein Fokus angegeben ist, ist eine solche Begrenzung für den Indikator nicht beschrieben.

** Kursiv gesetzte, englischsprachige Ergänzungen des Themenfelds benennen die entsprechenden Indikatoren der EU Soil Mission nach EEA 2023b; S. 26

A.2 Indikator-Steckbriefe

Indikator-Steckbrief BW-1

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden
Kennziffer/-code	BO-I-1
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023c): Indikator-Factsheet: Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden (BO-I-1). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<p>► Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)</p> <p>► Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg</p> <p>► Energie- und Klimaprogramm Sachsen</p> <p>► Nachhaltigkeitsstrategie für den Freistaat Sachsen</p> <p>► Landesentwicklungsplan 2013 Sachsen Ziel: Der Waldanteil im Freistaat Sachsen ist auf 30 % zu erhöhen. (SMEKUL 2023)</p> <p>► Waldstrategie 2050 für den Freistaat Sachsen Ziel: „Das langfristige Ziel, die Waldfläche des Freistaates Sachsen auf mindestens 30 % der Landesfläche zu erhöhen, soll in einem angemessenen Tempo erreicht werden. Der Waldflächenanteil soll bis zum Jahr 2020 auf etwa 28,8 % steigen und sich auch in den darauffolgenden drei Jahrzehnten jeweils um mindestens 0,4 % der Landesfläche erhöhen.“ (SMUL 2013; S. 17)</p> <p>► Strategie des Landes [Sachsen-Anhalt] zur Anpassung an den Klimawandel</p> <p>► Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT)</p>
Betreuende Institution	<p>Umweltbundesamt – UBA</p> <p>Deutscher Wetterdienst – DWD</p> <p>Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe – BGR</p>
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	<p>► Monitoring zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg: I-BO-1 Bodenwasservorrat (Als Indikatoren werden die Bodenwasservorräte für Winterweizen und Zuckerrübe in % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) dargestellt; jeweils für zwei Monate des Jahres.), Link: Bericht</p> <p>► Klimawandelmonitoring Brandenburg: B-2 Bodenwassergehalt (Dargestellt ist die Anzahl der Tage mit Unterschreitungen des kritischen Bodenwassergehalts (Schwellenwert < 30 % nFK) an 45 Tagen für den Standort Menz und Cottbus auf Feinsand und sandigem Lehm in 5-Jahres-Abschnitten im Zeitraum 1980 bis 2014 und im 3-Jahres-Abschnitt von 2015 bis 2017), Link: Bericht</p> <p>► Klimafolgenmonitoring Nordrhein-Westfalen: 5.2 Bodenfeuchte (Abgebildet ist die Bodenfeuchte als Jahresmittelwerte des volumetrischen Wassergehalts in Vol.-% in 5 cm, 20 cm und 50 cm Tiefe an der Station Gevenich.), Link: Indikator</p> <p>► Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-B2 Langfristige Entwicklung des Bodenwasservorrats (Abgebildet wird die Häufigkeit pro Jahr des</p>

Allgemeine Informationen	
	<p>Erreichens des Permanenten Welkepunkts (PWP) im Oberboden an sieben aufeinanderfolgenden Tagen auf der Boden-Dauerbeobachtungsfläche Lippin sowie Anzahl des Erreichens des Permanenten Welkepunkts im Oberboden an sieben aufeinanderfolgenden Tagen auf den Bodendauerbeobachtungsflächen Level II in den Jahren 2003 bis 2015 an den Stationen Lippin, Schmorren, Colditz und Hilbersdorf.), Link: Indikator, Bericht</p> <p>► Nachhaltigkeitsindikatoren Sachsen: Waldflächenanteil im Freistaat Sachsen (Der Indikator beschreibt die Entwicklung der Waldfläche in Bezug auf die gesamte Bodenfläche des Freistaats Sachsen (prozentualer Anteil).), Link: Bericht</p> <p>► Klimafolgenindikatoren Sachsen-Anhalt: C2 Bodenwasservorrat (Abgebildet wird der Bodenwasservorrat unter Zuckerrüben und Winterweizen in einer Schicht bis 1 m Tiefe zum Beginn der Vegetationsperiode (01.04.) und zum Ende der Vegetationsperiode (30.06. und 30.09.) an der Station Wittenberg.), Link: Bericht, Indikator</p> <p>► Klimafolgenmonitoring Thüringen: I-BO-1 Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden (Als Indikator werden die Bodenwasservorräte für Winterweizen und Zuckerrübe in % nFK dargestellt; jeweils für zwei Monate des Jahres.), Link: Bericht</p>
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenwasserhaushalt
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland, im Zusatz vier Regionen
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 1961
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator zeigt die langjährigen Flächenmittel des Versorgungsgrades des Bodens mit Wasser in % nFK für Wintergetreide in den Monaten Mai und Juli sowie für Zuckerrübe in den Monaten Juli und September. Die Werte basieren auf dem Modell AMBAV. Details im Factsheet: UBA 2023c
Bewertung des Indikatorwerts	Wenn möglich, findet eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt. Eine abnehmende Bodenfeuchte wird als ungünstig bewertet.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Daten des Bodenfeuchteviewer, DWD
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input type="checkbox"/> Gemessene Daten <input checked="" type="checkbox"/> Modellerte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten

Datengrundlage

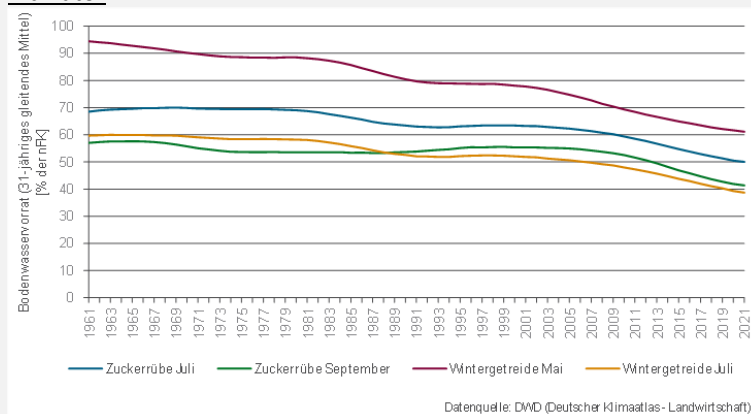
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Die Daten werden für Deutschland einheitlich modelliert und anschließend zu einem bundesweiten Wert aggregiert.

Abbildung(en)

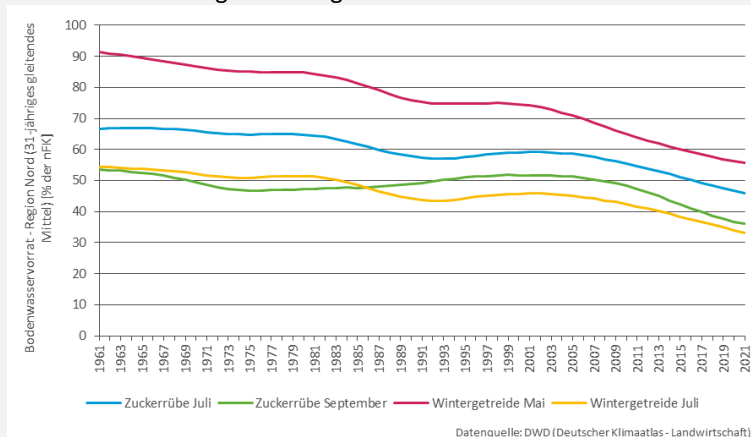
Abbildung(en)

Indikator

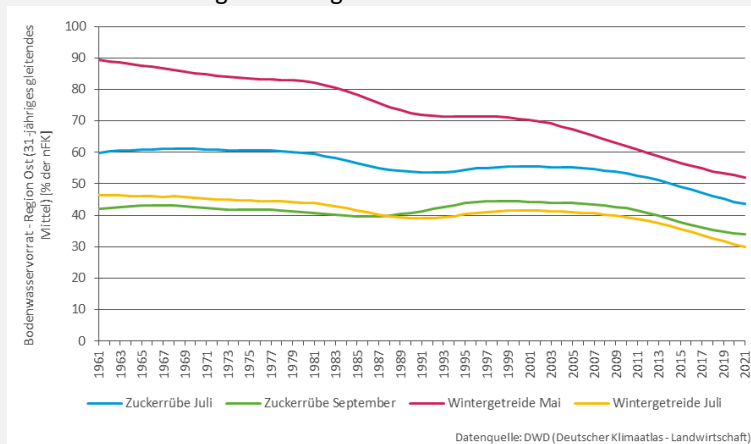


Zusätze

Differenziert für Regionen: Region Nord

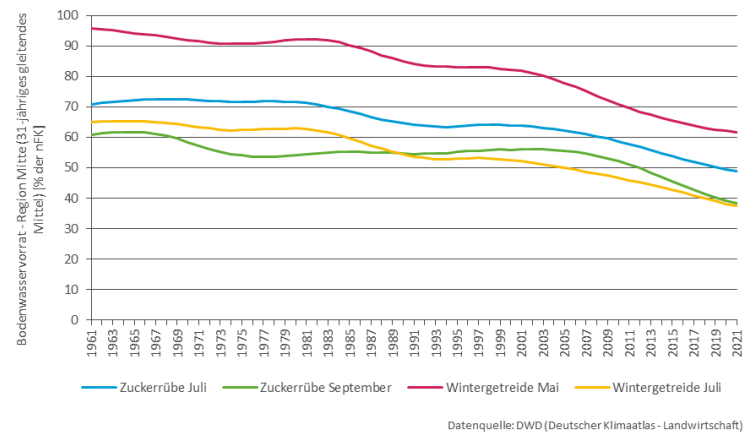


Differenziert für Regionen: Region Ost

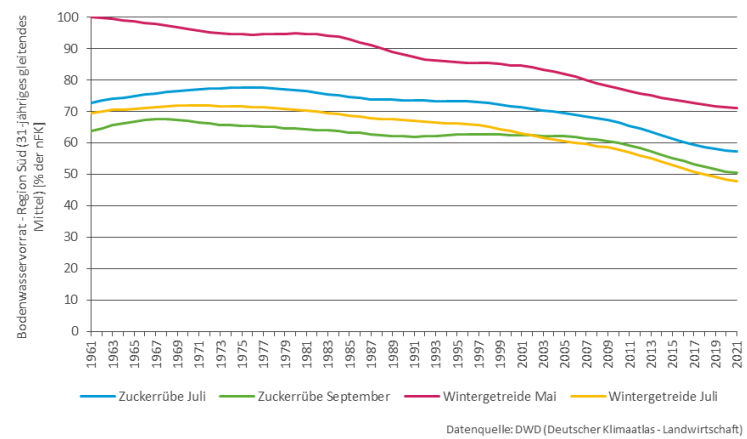


Abbildung(en)

Differenziert für Regionen: Region Mitte



Differenziert für Regionen: Region Süd



Quelle der Abbildung(en)

UBA 2023c; S. 7f.

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BW-2

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Bodenwasser in Waldböden
Kennziffer/-code	BO-I-2
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023b): Indikator-Factsheet: Bodenwasser in Waldböden (BO-I-2). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)
Betreuende Institution	Umweltbundesamt – UBA Thünen-Institut für Waldökosysteme – TI WO
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenwasserhaushalt
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Bayern
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 2000
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator stellt die durchschnittliche Anzahl von Tagen im Jahr dar, an denen ein Wassergehalt von 40 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) im Waldboden (bis 80 cm Bodentiefe) unterschritten wird und damit eine mittlere bis hohe Trockenstressgefahr besteht. Zusätzlich wird die Anzahl von Tagen im Jahr abgebildet, an denen der Wassergehalt 20 % nFK im Waldboden unterschreitet und damit eine sehr hohe oder extreme Trockenstressgefahr besteht. Details im Factsheet: UBA 2023b

Generierung des Indikators

Bewertung des Indikatorwerts

Es wird mit Schwellenwerten gearbeitet. Außerdem findet, wenn möglich, eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt.

Datengrundlage

Datenquelle(n)

Messungen der Bodenwassergehalte auf LEVEL II-Dauerbeobachtungsflächen der Länder (hier Bayern), TI WO

Art der Daten

(Mehrfachnennungen sind möglich)

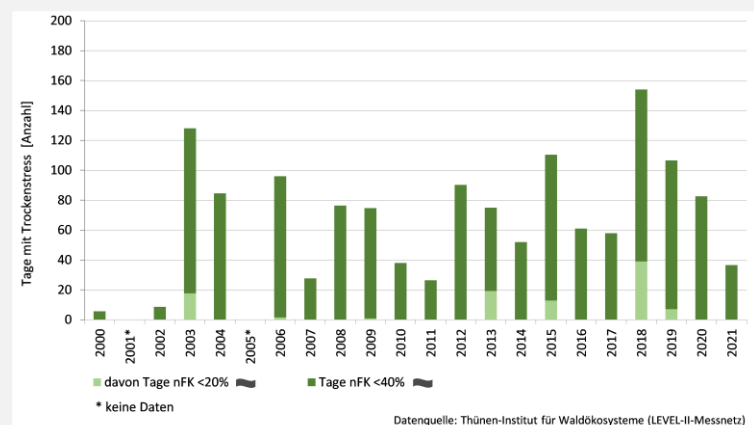
- ☒ Gemessene Daten
- ☐ Modellierte Daten
- ☐ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Es werden Daten von fünf Einzelmessstellen aggregiert. Die Daten stammen aus demselben Erhebungsprogramm.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

UBA 2023b; S. 5

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BW-3

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Bodenwasservorrat in Waldböden
Kennziffer/-code	I-BO-2
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Klimafolgenmonitoring Thüringen
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) [Hrsg.] (2022): Klimawandelfolgen in Thüringen. Zweiter Monitoringbericht. https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/Publikationen/Publikationen_TMUEN/Thueringen_Klimawandelfolgen-Monitoringbericht2_2023_barrierefrei.pdf (16.06.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT)
Betreuende Institution	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz – TMUEN Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum – FFK
Frequenz der Aktualisierung	alle 5 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenwasserhaushalt
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Thüringen
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 1999
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Als Indikator wird jeweils das Juli-Monatsmittel des Bodenwasservorrats in % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) an vier ausgewählten Standorten mit verschiedenen Baumarten dargestellt (Mittelwert des Hauptwurzelsraums bis max. 1 m Tiefe): Hauptmessstation Possen (unter Buche), Hauptmessstation Holzland (unter Kiefer und Fichte), Hauptmessstation Großer Eisenberg (unter Fichte) sowie Waldmessstation Steiger (unter Eiche).
Bewertung des Indikatorwerts	Es wird, wenn möglich, eine Trendschätzung vorgenommen. Der Trend wird jedoch nicht bewertet.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Forstliches Umweltmonitoring, ThüringenForst-AöR

Datengrundlage

Art der Daten
(Mehrfachnennungen sind möglich)

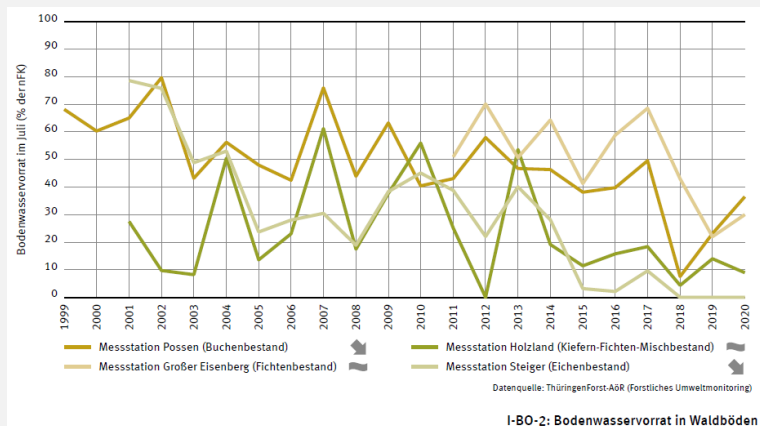
- ☒ Gemessene Daten
- ☐ Modellierte Daten
- ☐ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Die Daten entstammen einer einheitlichen Datenquelle. Die Daten für die vier betrachteten Standorte werden nicht aggregiert.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



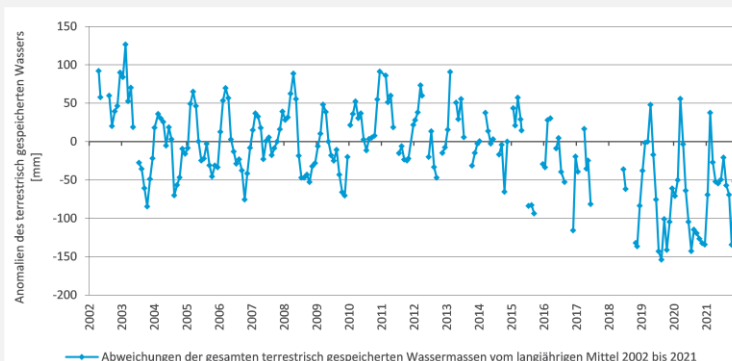
Quelle der Abbildung(en)

TMUEN 2022; S. 97

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BW-4

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Terrestrisch gespeichertes Wasser
Kennziffer/-code	WW-I-1
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2022c): Indikator-Factsheet: Terrestrisch gespeichertes Wasser (WW-I-1). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)
Betreuende Institution	Umweltbundesamt – UBA Bundesanstalt für Gewässerkunde – BfG
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	In den USA wurde auf Basis der GRACE- und GRACE-FO-Daten ein Dürremonitor aufgesetzt. Mithilfe ergänzender Daten wird aus den GRACE- und GRACE-FO-Daten der Wasservorrat in verschiedenen Kompartimenten modelliert, beispielsweise die Bodenfeuchte. Nähere Informationen gibt es u. a. bei Houborg et al. 2012. Der Nationale Dürre-Monitor der USA ist unter folgendem Link zu erreichen: U.S. Drought Portal . Das National Drought Mitigation Center bietet in Zusammenarbeit mit der NASA ein ähnliches Produkt auch für Europa an: Groundwater and Soil Moisture Conditions from GRACE-FO Data Assimilation for the Contiguous U.S. and Global Land
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenwasserhaushalt
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	monatlich (Terminwerte), seit April 2002
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator bildet Abweichungen der monatlichen terrestrisch gespeicherten Wassermenge vom langjährigen Mittel 2002 bis 2021 ab; dargestellt für ganz Deutschland. Er basiert auf den Daten der GRACE- und GRACE-FO-Missionen.

Generierung des Indikators	
	Details im Factsheet: UBA 2022c
Bewertung des Indikatorwerts	Es findet, wenn möglich, eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt. Negative Abweichungen der gesamten terrestrisch gespeicherten Wassermassen vom langjährigen Mittel 2002 bis 2021 werden als ungünstig bewertet.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Information System and Data Center (ISDC): Gravity Information Service (GravIS), GeoForschungsZentrum (GFZ)
<input checked="" type="checkbox"/> rt der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input checked="" type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Der Indikator nutzt Daten zweier aufeinanderfolgender Satellitenmissionen, deren Rasterdaten zu einem deutschlandweiten Wert pro Jahr aggregiert werden. Dabei gibt es allerdings Einschränkungen: Sowohl aufgrund der ab 2015 auftretenden Batterieprobleme an der GRACE-Mission, weshalb die Instrumente zeitweise abgeschaltet wurden, als auch durch die entstandene Datenlücke zwischen der GRACE- und der GRACE-FO-Mission, sind die Daten zwischen 2015 und 2018 weniger belastbar und müssen bei der Interpretation mit Vorsicht behandelt werden.
Abbildung(en)	
Abbildung(en)	 <p>Abweichungen der gesamten terrestrisch gespeicherten Wassermassen vom langjährigen Mittel 2002 bis 2021</p> <p>Datenquelle: ISDC, GravIS – GeoForschungsZentrum (Verarbeitung von GRACE-Daten)</p>
Quelle der Abbildung(en)	UBA 2022c; S. 6

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BW-5

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Soil moisture deficit
Kennziffer/-code	k. A.
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	EEA indicators
Veröffentlichung(en) inkl. URL	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2021): Soil moisture deficit. EEA indicators. https://www.eea.europa.eu/ims/soil-moisture-deficit (21.04.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	k. A.
Betreuende Institution	European Environment Agency – EEA
Frequenz der Aktualisierung	jährlich
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenwasserhaushalt
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	38 europäische Staaten inkl. Deutschland (EEA-38)
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	Aktuell wird der Indikator für den Zeitraum 2000-2019 als Mittelwert dargestellt.
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator zeigt die jährliche Abweichung des Bodenwassergehalts vom Langzeitmittel (1995-2019) in einem 500-m-Raster als Karte. Außerdem wird die Fläche mit einem Defizit des Bodenwassergehalts für die Mitgliedsstaaten in % der Landesfläche angegeben differenziert nach Landbedeckung. Details auf der Website: EEA 2021
Bewertung des Indikatorwerts	keine
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Soil moisture deficit during the vegetation growing season, annual time-series, 2000-2019, EEA
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input type="checkbox"/> Gemessene Daten <input checked="" type="checkbox"/> Modellerte Daten <input checked="" type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten

Datengrundlage

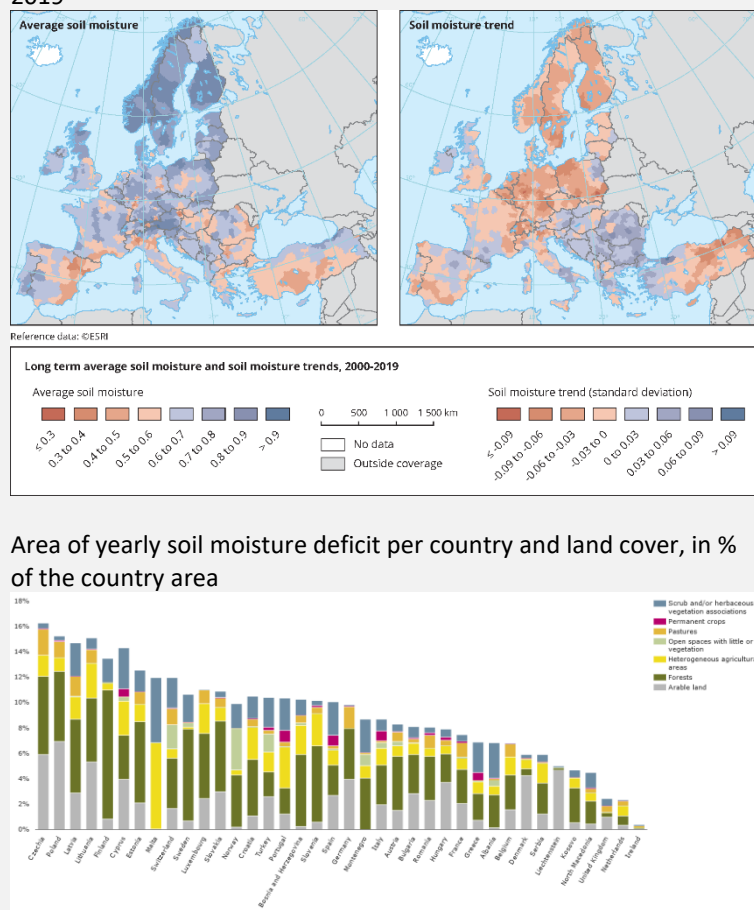
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Die Daten entstammen einer einheitlichen Datenquelle (Fernerkundungsdaten mit einer räumlichen Auflösung von rund 10 m) und wurden für die betrachteten Staaten in mehreren Schritten aggregiert.

Abbildung(en)

Abbildung(en)

Long term average soil moisture and soil moisture trends, 2000-2019



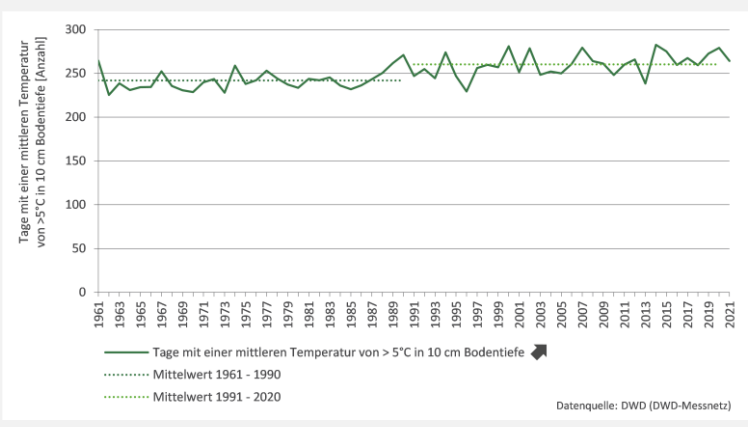
Quelle der Abbildung(en)

EEA 2021

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BT-1

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Temperatur im Oberboden
Kennziffer/-code	BO-I-4
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023i): Indikator-Factsheet: Temperatur im Oberboden (BO-I-4). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ▶ Energie- und Klimaprogramm Sachsen ▶ Strategie des Landes [Sachsen-Anhalt] zur Anpassung an den Klimawandel ▶ Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT)
Betreuende Institution	Umweltbundesamt – UBA Deutscher Wetterdienst – DWD
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klimafolgenmonitoring Nordrhein-Westfalen: 4.1 – Bodentemperatur (Als Indikator wird die mittlere jährliche Temperatur in °C im Boden in 5 cm sowie in 50 cm Tiefe verwendet. Zum Vergleich wird die Lufttemperatur in 2 m Höhe dargestellt.), Link: Indikator ▶ Klimaindikatoren Rheinland-Pfalz: Bodentemperatur (Der Indikator stellt die mittlere jährliche Bodentemperatur in 20 bzw. 50 cm Tiefe zwischen 1961 und 2021 an der Klimastation Trier-Zewen dar. Zum Vergleich ist auch die mittlere jährliche Lufttemperatur in 2 m Höhe am selben Standort dargestellt.), Link: Indikator ▶ Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-B3 Langfristige Entwicklung der Bodentemperatur (Als Indikator für die langfristige Entwicklung der Bodentemperatur dient die Häufigkeit des Erreichens einer Bodentemperatur von ≥ 20 °C für das jeweilige Jahr im Oberboden.), Link: Indikator, Bericht ▶ Klimafolgenindikatoren Sachsen-Anhalt: C1 Bodentemperatur (Abgebildet wird der mittlere Tag seit Jahresbeginn der Über- bzw. Unterschreitung von 5 °C in 10 cm Tiefe an der Station Magdeburg für die Zeiträume 1961-1990 und 1991-2019.), Link: Bericht, Indikator ▶ Klimafolgenmonitoring Thüringen: I-BO-3 Bodentemperatur (Als Indikator werden die mittleren Bodentemperaturen in 20 cm Tiefe differenziert für die meteorologischen Jahreszeiten Winter, Frühling, Sommer und Herbst dargestellt.), Link: Bericht
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenwärmehaushalt

Thematische Einordnung	
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 1961
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	<p>Als Indikator wird die mittlere Anzahl der Tage mit einer mittleren Temperatur von über 5 °C in 10 cm Tiefe im Jahr sowie die mittlere Anzahl der Tage mit einer mittleren Temperatur von über 5 °C in 10 cm Tiefe in den Perioden 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 dargestellt. Die Daten stammen von 15 ausgewählten Stationen. Details im Factsheet: UBA 2023i</p>
Bewertung des Indikatorwerts	<p>Wenn möglich, findet eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt.</p>
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Agrarmeteorologisches Messnetz, DWD
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Es werden die Daten von 15 Einzelstationen zu einem bundesweiten Wert aggregiert. Die Daten stammen aus demselben Erhebungsprogramm.
Abbildung(en)	
Abbildung(en)	 <p>Quelle der Abbildung(en)</p>
Quelle der Abbildung(en)	UBA 2023i; S. 5

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BT-2

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Bodenfrost in Waldböden
Kennziffer/-code	I-BO-4
Bezeichnung des Indikatorensystems oder Inventars	Klimafolgenmonitoring Thüringen
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) [Hrsg.] (2022): Klimawandelfolgen in Thüringen. Zweiter Monitoringbericht. https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/Publikationen/Publikationen_TMUEN/Thueringen_Klimawandelfolgen-Monitoringbericht2_2023_barrierefrei.pdf (16.06.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT)
Betreuende Institution	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz – TMUEN Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum – FFK
Frequenz der Aktualisierung	alle 5 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenwärmehaushalt
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Mittlerer Thüringer Wald
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	Jährlich, seit 1999
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator stellt die Anzahl der Tage mit kurzzeitigem und ganztägigem Bodenfrost im mittleren Thüringer Wald in einer Messtiefe von 20 cm dar.
Bewertung des Indikatorwerts	Es wird, wenn möglich, eine Trendschätzung vorgenommen. Der Trend wird jedoch nicht bewertet.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Forstliches Umweltmonitoring, ThüringenForst-AöR

Datengrundlage

Art der Daten
(Mehrfachnennungen sind möglich)

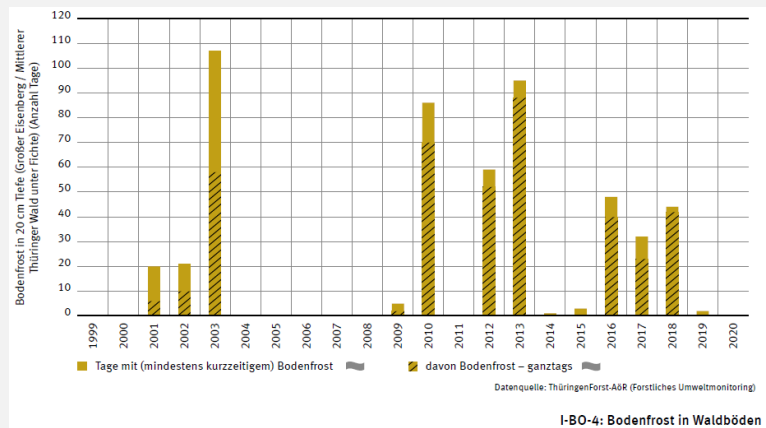
- ☒ Gemessene Daten
- ☐ Modellierte Daten
- ☐ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Die Daten stammen von einer ausgewählten Messstelle.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

TMUEN 2022; S. 100

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

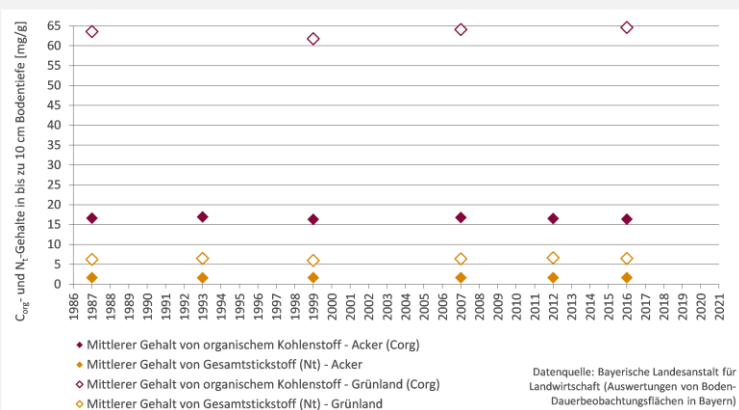
Indikator-Steckbrief BS-1

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden
Kennziffer/-code	BO-R-1
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023e): Indikator-Factsheet: Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden (BO-R-1). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ▶ Energie- und Klimaprogramm Sachsen
Betreuende Institution	Umweltbundesamt – UBA Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – LfL
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klimafolgenmonitoring Nordrhein-Westfalen: 5.3 – Humusvorrat (Abgebildet wird der Humusvorrat in t/ha im Ober- und Unterboden bis 60 cm Tiefe in den drei am stärksten landwirtschaftlich genutzten Großlandschaften NRWs, Niederrheinisches Tiefland, Niederrheinische Bucht und Westfälische Bucht, basierend auf 15 Messstandorten pro Großlandschaft, sowie als Mittelwert über alle Flächen für die Erfassungsjahre 2009, 2012, 2015, 2018 und 2021.), Link: Indikator ▶ Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-B1 Entwicklung des Humusvorrats (Dargestellt wird als Beispiel die zeitliche Entwicklung des Humusvorrats im Oberboden (bis 20 cm Teufe) der Boden-Dauerbeobachtungsfläche (BDF) 43 sowie eine Karte mit dem Trend der Humusvorratsentwicklung in Oberböden (bis 20 cm Teufe) von BDF mit mindestens vier Beprobungen.) Link: Indikator, Bericht ▶ Soil Quality Dashboard der Europäischen Kommission: Soil organic matter in arable land (Der Indikator bildet den absoluten Gehalt an organischem Kohlenstoff in Mt sowie den durchschnittlichen Gehalt in g/kg des landwirtschaftlich genutzten Bodens pro Mitgliedsstaat ab.), Link: Dashboard, Factsheet (S. 27f) ▶ Performance monitoring and evaluation framework (PMEF) der Europäischen Kommission: I.11/C.40 Soil organic carbon in agricultural land (Der Indikator besteht aus drei Teilindikatoren: dem geschätzten Gehalt an organischem Kohlenstoff in Böden in Mt, dem durchschnittlichen Gehalt an organischem Kohlenstoff in landwirtschaftlichen Böden in gC/kg und der zeitlichen Entwicklung des organischen Kohlenstoffs in %.), Link: Factsheet (S. 73f)

Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstoffhaushalt
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Bayern
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	bisher sechsmalig, seit 1986 1. Probenahme: 1986–1987 (dargestellt für 1987) 2. Probenahme: 1989–1993 (dargestellt für 1993) 3. Probenahme: 1996–1999 (dargestellt für 1999) 4. Probenahme: 2005–2007 (dargestellt für 2007) 5. Probenahme: 2012 (dargestellt für 2012) 6. Probenahme: 2015–2016 (dargestellt für 2016) In der Zeitreihe wird jeweils das letzte Jahr der Erhebungsphase angegeben. Es werden zwar im ersten Jahr in der Regel die überwiegende Zahl der Flächen beprobt, aber das letzte Datenjahr repräsentiert den gesamten Datenbestand.
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator bildet den Humusgehalt (organischer Kohlenstoff, C_{org}) und den Gehalt von Gesamtstickstoff (N_t) im Oberboden von ackerbaulich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen in Bayern sowie den Humusgehalt und den Gehalt von Gesamtstickstoff im Oberboden von Grünland-Bodendauerbeobachtungsflächen in Bayern ab. Details im Factsheet: UBA 2023e
Bewertung des Indikatorwerts	Wenn möglich, findet eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Auswertungen zu Erhebungen auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF), LfL
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Die Daten von 80 Acker-BDF sowie 18 Grünland-BDF werden jeweils zu einem landesweiten Wert aggregiert. Alle Daten stammen aus demselben Erhebungsprogramm.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

UBA 2023e; S. 12

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BS-2

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Humusvorrat in Waldböden
Kennziffer/-code	FW-R-3
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023f): Indikator-Factsheet: Humusvorrat in Waldböden (FW-R-3). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ▶ Waldstrategie 2020 ▶ Europäische Forststrategie
Betreuende Institution	Umweltbundesamt – UBA Thünen-Institut für Waldökosysteme – TI WO
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstoffhaushalt
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 1992
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator stellt den im Waldboden gespeicherten organischen Kohlenstoff bis in 30 cm Tiefe dar. Details im Factsheet: UBA 2023f
Bewertung des Indikatorwerts	Wenn möglich, findet eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt. Der aktuell zunehmende organische Kohlenstoffvorrat wird als günstige Entwicklung bewertet.

Datengrundlage

Datenquelle(n)

Bodenzustandserhebung Wald (BZE Wald) und darauf basierende Modellierungen zur Treibhausgasberichterstattung, TI WO

Art der Daten

(Mehrfachnennungen sind möglich)

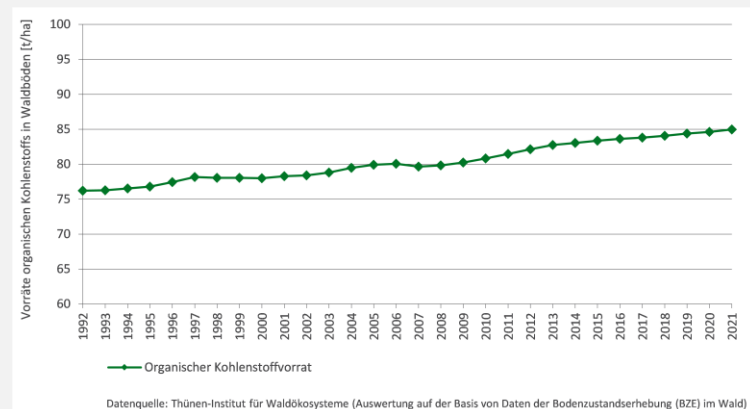
- ☐ Gemessene Daten
- ☒ Modellierte Daten
- ☐ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Die Simulationen wurde zunächst einheitlich für alle Punkte der BZE Wald separat durchgeführt. Das Gesamtergebnis für Deutschland beruht auf dem gewichteten Mittel des Flächenanteils und der Anzahl der Probepunkte der Bundesländer.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



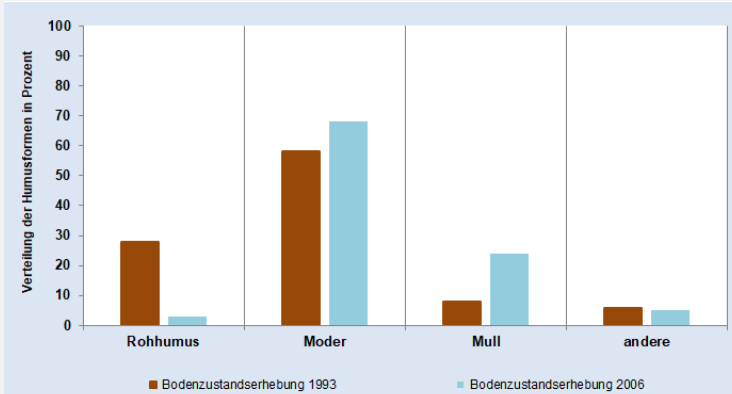
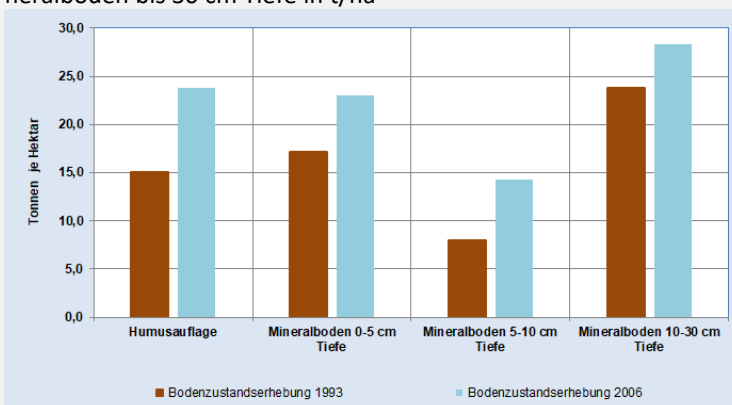
Quelle der Abbildung(en)

UBA 2023f; S. 8

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BS-3

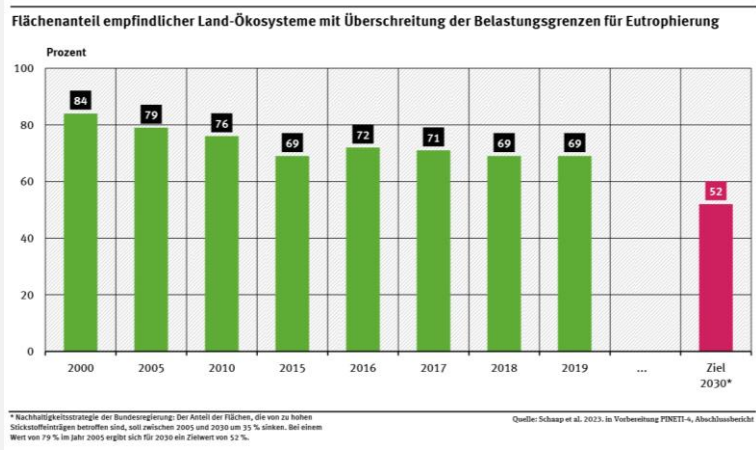
Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Entwicklung Humusvorrat in forstlichen Böden
Kennziffer/-code	E6
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Klimafolgenindikatoren Sachsen-Anhalt
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (MULE) [Hrsg.] (2020): Klimawandel in Sachsen-Anhalt. Monitoringbericht 2020. https://mwu.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MWU/Klimaschutz/00_Startseite_Klimawandel/210315_Monitoring_2020_bf_.pdf (14.03.2023)</p> <p>Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) [Hrsg.] (2021b): Entwicklung des Humusvorrats in forstlichen Böden. Klimafolgen-Indikatoren für Sachsen-Anhalt. https://lau.sachsen-anhalt.de/analytik-service/indikatoren-nachhaltigkeit/klimafolgen-indikatoren-fuer-sachsen-anhalt/entwicklung-des-humusvorrats-in-forstlichen-boeden (03.04.2023)</p> <p>Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) [Hrsg.] (2021c): Indikatorkennblatt: Entwicklung des Humusvorrats in forstlichen Böden (E6). Klimafolgenindikatoren Sachsen-Anhalt. https://lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LAU/Klimafolgenindikatoren/E6_Humusvorraete/E6_Humusvorrat_21202.pdf (03.04.2023)</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	Strategie des Landes [Sachsen-Anhalt] zur Anpassung an den Klimawandel
Betreuende Institution	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt – LAU
Frequenz der Aktualisierung	voraussichtlich ca. alle 15 Jahre (Stichjahr 2023)
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstoffhaushalt
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Sachsen-Anhalt
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	derzeit 1996 und 2006

Generierung des Indikators	
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator vergleicht die prozentuale Verteilung der Humusformen Mull, Moder und Rohhumus (und andere) bei der Bodenzustandserhebung (BZE) 1993 mit der Verteilung bei der BZE 2006. Er zeigt zudem die mittleren Kohlenstoffvorräte in der Humusauflage und im Mineralboden bis 30 cm Tiefe in t/ha. Details im Indikator Kennblatt: LAU 2021c
Bewertung des Indikatorwerts	Es erfolgt eine textliche Einordnung (Fazit).
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Bodenzustandserhebung Wald (BZE Wald), Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Die Daten entstammen einer einheitlichen Datenquelle und wurden zu einem Wert für Sachsen-Anhalt aggregiert.
Abbildung(en)	
Abbildung(en)	<p>Teil 1: Verteilung der Humusformen in der Bodenzustandserhebung 1993 (BZE I) und der Bodenzustandserhebung 2006 (BZE II) in %</p>  <p>Teil 2: Mittlere Kohlenstoffvorräte in der Humusauflage und im Mineralboden bis 30 cm Tiefe in t/ha</p>  <p>Quelle der Abbildung(en)</p>
Quelle der Abbildung(en)	LAU 2021b, die obere Abbildung ist auch hier zu finden: MULE 2020; S. 56

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BS-4

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Eutrophierung durch Stickstoff
Kennziffer/-code	k. A.
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Umweltindikatoren des UBA
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2022a): Indikator: Eutrophierung durch Stickstoff. Flächenanteil empfindlicher Land-Ökosysteme mit Überschreitung der Belastungsgrenzen Eutrophierung. https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-eutrophierung-durch-stickstoff (15.02.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<p>► Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Ziel: „Bis zum Jahr 2030 soll der Flächenanteil mit erhöhtem Stickstoffeintrag um 35 % gegenüber 2005 reduziert werden. Dies entspricht einer Senkung auf 50 % der bewerteten Fläche empfindlicher Ökosysteme.“ (Die Bundesregierung 2020; S. 336)</p> <p>► Darüber hinaus gibt es zwei Ziele der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt: „Bis zum Jahre 2020 werden die Belastungswerte (critical loads und levels) für Versauerung, Schwermetall und Nährstoffeinträge (Eutrophierung) und für Ozon eingehalten, so dass auch empfindliche Ökosysteme nachhaltig geschützt sind.“ (BMUB 2007; S. 54) „Ab 2020 werden die bewirtschaftungsbedingten Schadstoffeinträge in land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden [sic], zum Beispiel durch weitere Verschärfung der Grenzwerte des Düngemittelrechts, zurückgeführt.“ (BMUB 2007; S. 54)</p>
Betreuende Institution	Umweltbundesamt – UBA
Frequenz der Aktualisierung	k. A.
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	<p>► Der Indikator wurde in die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie und deren Indikatorsystem übernommen, Link: Strategie, Indikator, Bericht</p> <p>► Im Indikatorsystem zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt taucht der gleiche Indikator mit einem etwas anderen Zielwert sowie jährlichen Daten ab dem Jahr 2000 auf, Link: Bericht</p> <p>► In den Daten zur Umwelt des UBA ist der Zielwert derselbe wie im Indikatorsystem zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Dargestellt werden jährliche Daten ab 2005, Link: Bericht</p> <p>► EEA indicators: Eutrophication caused by atmospheric nitrogen deposition in Europe (Der Indikator zeigt in einer Karte die Verbreitung der von atmosphärischer Stickstoffdeposition jenseits der Belastungsgrenzen für Eutrophierung betroffenen Flächen in Europa im Jahr 2020 sowie in einem Diagramm den Anteil der Fläche mit Überschreitung und das Ausmaß dieser Überlastung je Mitgliedsstaat.), Link: Indikator</p>
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstoffhaushalt
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz

Generierung des Indikators																					
Räumlicher Bezug	Deutschland																				
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	unregelmäßig (zuletzt jährlich), seit 2000																				
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator zeigt den Flächenanteil empfindlicher Land-Ökosysteme mit Überschreitung der Belastungsgrenzen Eutrophierung. Details im Bericht: Schaap et al. 2023 (Abschlussbericht zu PINETI-4, in Veröffentlichung)																				
Bewertung des Indikatorwerts	Es gibt ein quantitatives Ziel für das Jahr 2030.																				
Datengrundlage																					
Datenquelle(n)	Schaap et al. 2023 (Abschlussbericht zu PINETI-4, in Veröffentlichung)																				
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input type="checkbox"/> Gemessene Daten <input checked="" type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten																				
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Die Daten wurden einheitlich modelliert und zu einem bundesweiten Wert aggregiert.																				
Abbildung(en)																					
Abbildung(en)	 <p>Flächenanteil empfindlicher Land-Ökosysteme mit Überschreitung der Belastungsgrenzen für Eutrophierung</p> <p>Prozent</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jahr</th> <th>Prozent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2000</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>2005</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>Ziel 2030*</td> <td>52</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>* Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung: Der Anteil der Flächen, die von zu hohen Stickstoffeinträgen betroffen sind, soll zwischen 2005 und 2030 um 35 % sinken. Bei einem Wert von 79 % im Jahr 2005 ergibt sich für 2030 ein Zielwert von 52 %.</small></p> <p><small>Quelle: Schaap et al. 2023, in Vorbereitung PINETI-4, Abschlussbericht</small></p>	Jahr	Prozent	2000	84	2005	79	2010	76	2015	69	2016	72	2017	71	2018	69	2019	69	Ziel 2030*	52
Jahr	Prozent																				
2000	84																				
2005	79																				
2010	76																				
2015	69																				
2016	72																				
2017	71																				
2018	69																				
2019	69																				
Ziel 2030*	52																				
Quelle der Abbildung(en)	UBA 2022a																				

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BS-5

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Säure- und Stickstoffeintrag
Kennziffer/-code	B5
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	LiKi-Umweltindikatoren
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ (BLAG KliNa) [Hrsg.] (2022b): Umweltbezogene Nachhaltigkeitsindikatoren 2022. Informationen zur Umweltqualität in den Bundesländern. https://www.liki.nrw.de/fileadmin/liki/Dokumente/Erfahrungsberichte/Erfahrungsbericht-07-2022-Broschuere.pdf (17.02.2023)</p> <p>Länderinitiative Kernindikatoren (LiKi) [Hrsg.] (2022): B5 Säure- und Stickstoffeintrag. LiKi-Umweltindikatoren. https://www.liki.nrw.de/natur-und-landschaft/b5-saeure-und-stickstoffeintrag (17.02.2023)</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<p>Die LiKi nennt folgende Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> ► Im Bund gibt es zwei Ziele der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt: „Bis zum Jahre 2020 werden die Belastungswerte (critical loads and levels) für Versauerung, Schwermetall und Nährstoffeinträge (Eutrophierung) und für Ozon eingehalten, so dass auch empfindliche Ökosysteme nachhaltig geschützt sind.“ (BMUB 2007; S. 54) „Ab 2020 werden die bewirtschaftungsbedingten Schadstoffeinträge in land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden [sic], zum Beispiel durch weitere Verschärfung der Grenzwerte des Düngemittelrechts, zurückgeführt.“ (BMUB 2007; S. 54) ► Im Land Bayern gibt es folgendes Ziel: „Weitere Abnahme der Einträge bis hin zur Unterschreitung der kritischen Belastungsgrenzen“ (LfU 2019; S. 42). <p>Laut BLAG KliNa (2022a) gibt es in den anderen Bundesländern kein politisches oder gesetzliches Ziel zu diesem Indikator (BLAG KliNa 2022a; S. 60).</p> <ul style="list-style-type: none"> ► Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie²²
Betreuende Institution	Landesamt für Umwelt Brandenburg – LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt – LfU
Frequenz der Aktualisierung	halbjährlich
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	<ul style="list-style-type: none"> ► Umweltbericht Bayern: Entwicklung des Säure- und Stickstoffeintrags aus der Atmosphäre in Bayern seit 2000 (Mittels vier Teilindikatoren werden die jährlichen Stickstoff- und Säureeinträge (Stickstoff: Nitrat und Ammonium, Säure: Sulfat, Ammonium und Nitrat) auf naturnahe waldfreie Ökosysteme sowie auf Freiflächen im Wald gezeigt.), Link: Bericht

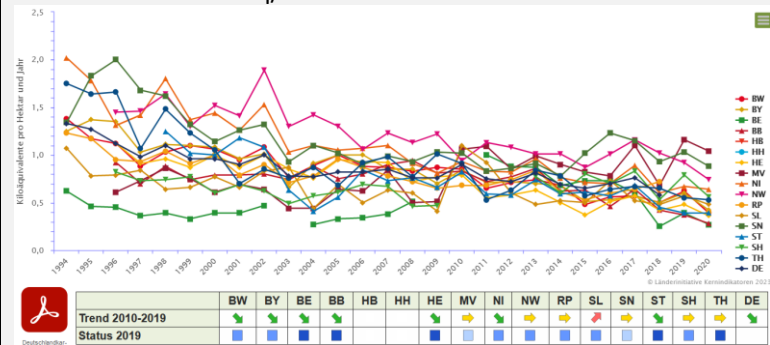
²² Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie wird als Berichtskontext im „1. Bericht Schleswig-Holsteins zu den UN-Nachhaltigkeitszielen“ angegeben: „Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie sowie die in ihr verankerten Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung bilden den Rahmen und Bezugspunkte für die schleswig-holsteinische Berichterstattung.“ (Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein und MELUND 2020; S. 8).

Allgemeine Informationen	
	<p>► Indikatoren Schleswig-Holsteins zu den UN-Nachhaltigkeitszielen: Indikator 62. Eutrophierung der Ökosysteme (Zwei Teilindikatoren stellen am Beispiel des Waldes die Belastung empfindlicher Ökosysteme durch atmosphärische Säure-/Stickstoffeinträge dar, indem sie die Einträge selbst abbilden. Die Teilindikatoren werden für Schleswig-Holstein an einer Freifläche im Wald ermittelt.), Link: Bericht</p>
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstoffhaushalt
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland (sowie die einzelnen Bundesländer)
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 1994
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	<p>Der Indikator bildet den Säureeintrag sowie den Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre durch nasse Deposition auf Freiflächen im Wald in Kilo-Eq/ha*a bzw. in kg/ha*a ab.</p> <p>Details auf der Website: LiKi 2022</p>
Bewertung des Indikatorwerts	<p>Zum Säureeintrag: Es wird für jedes Bundesland und den Bund bewertet, ob der Trend im 10-Jahres Zeitraum eine positive, konstante oder negative Entwicklung zeigt, sofern möglich. Darüber hinaus wird der aktuelle Status der einzelnen Bundesländer bewertet: Gehört das jeweilige Land in der Spanne der Länderwerte zu den besseren 25 %, zu den mittleren 50 % oder zu den schlechteren 25 % der Länder.</p>
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Forstliches Umweltmonitoring, Thünen-Institut für Waldökosysteme
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	<p>Da nicht alle Bundesländer ein Depositionsmessnetz betreiben, werden die Daten zur Säure- und Stickstoffdeposition aus dem forstlichen Umweltmonitoring (Level II-Flächen, Freiflächen) verwendet. Die Daten werden zentral vom Thünen-Institut für Waldökosysteme zur Verfügung gestellt.</p>

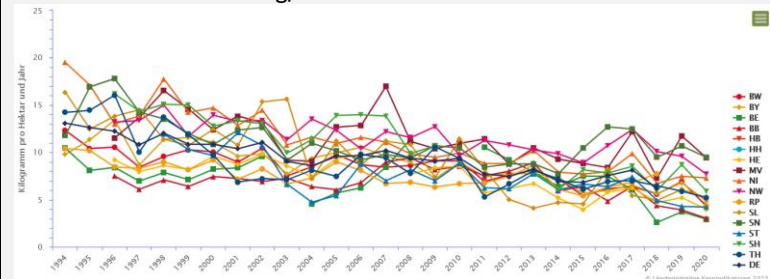
Abbildung(en)

Abbildung(en)

Säureeintrag aus der Atmosphäre durch nasse Deposition auf Freiflächen im Wald in Kilo-Eq/ha*a



Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre durch nasse Deposition auf Freiflächen im Wald in kg/ha*a



Quelle der Abbildung(en)

LiKi 2022

(Eine Kartenabbildung gibt es hier: BLAG KliNa 2022b; S. 29)

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BS-6

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Schwermetalleintrag
Kennziffer/-code	C6
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	LiKi-Umweltindikatoren
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit“ (BLAG KliNa) [Hrsg.] (2022b): Umweltbezogene Nachhaltigkeitsindikatoren 2022. Informationen zur Umweltqualität in den Bundesländern. https://www.liki.nrw.de/fileadmin/liki/Dokumente/Erfahrungsberichte/Erfahrungsbericht-07-2022-Broschuere.pdf (17.02.2023)</p> <p>Länderinitiative Kernindikatoren (LiKi) [Hrsg.] (2023b): C6 Schwermetalleintrag. LiKi-Umweltindikatoren. https://www.liki.nrw.de/umwelt-und-gesundheit/c6-schwermetalleintrag (17.02.2023)</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<p>Die LiKi nennt folgende Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> ► Im Bund gibt es ein Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt: „Bis zum Jahre 2020 werden die Belastungswerte (critical loads und levels) für Versauerung, Schwermetall und Nährstoffeinträge (Eutrophierung) und für Ozon eingehalten, so dass auch empfindliche Ökosysteme nachhaltig geschützt sind.“ (BMUB 2007; S. 54) ► Im Land Bayern gibt es ein nicht-quantifiziertes Ziel (LfU 2019; S. 58) <p>Laut BLAG KliNa (2022a) gibt es darüber hinaus in den Bundesländern kein politisches oder gesetzliches Ziel zu diesem Indikator (BLAG KliNa 2022a; S. 60).</p>
Betreuende Institution	Bayerisches Landesamt für Umwelt – LfU
Frequenz der Aktualisierung	halbjährlich
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstoffhaushalt
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland (sowie die einzelnen Bundesländer)
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 1999
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator stellt den Schwermetalleintrag aus der Atmosphäre in naturnahe waldfreie Ökosysteme als Index dar.

Generierung des Indikators

Bewertung des Indikatorwerts

Details auf der Website: LiKi 2023b

Es wird für jedes Bundesland und den Bund bewertet, ob der Trend im 10-Jahres Zeitraum eine positive, konstante oder negative Entwicklung zeigt, sofern möglich. Darüber hinaus wird der aktuelle Status der einzelnen Bundesländer bewertet: Gehört das jeweilige Land in der Spanne der Länderwerte zu den besseren 25 %, zu den mittleren 50 % oder zu den schlechteren 25 % der Länder.

Datengrundlage

Datenquelle(n)

Bergerhoff-Messstellen der Bundesländer; Indexberechnung durch LfU Bayern

Art der Daten

(Mehrfachnennungen sind möglich)

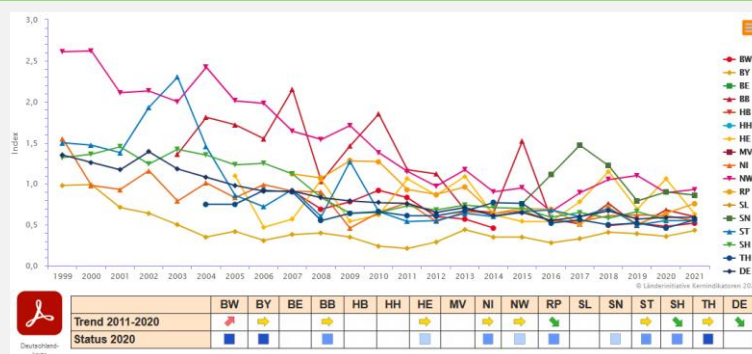
- ☒ Gemessene Daten
- ☐ Modellerte Daten
- ☐ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Das LfU berechnet und stellt die Index-Werte für diesen Indikator für alle Bundesländer zentral bereit. Auf Grundlage der bisher vorliegenden Erhebungen und einer Auswahl der Elemente Arsen, Cadmium, Nickel und Blei kann der Indikator sehr gut für die Gesamtfläche Deutschland dargestellt werden. Eine Index-Berechnung für Länder mit Daten von mindestens drei Messstellen ist möglich. Details hier: Nittka, J. (2021): Weiterführende Informationen zum Kennblatt: Indikator „C6 Schwermetalleintrag“. https://www.liki.nrw.de/fileadmin/liki/Dokumente/Literatur/weiterfuehrende_info_schwermetall.pdf (17.02.2023)

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

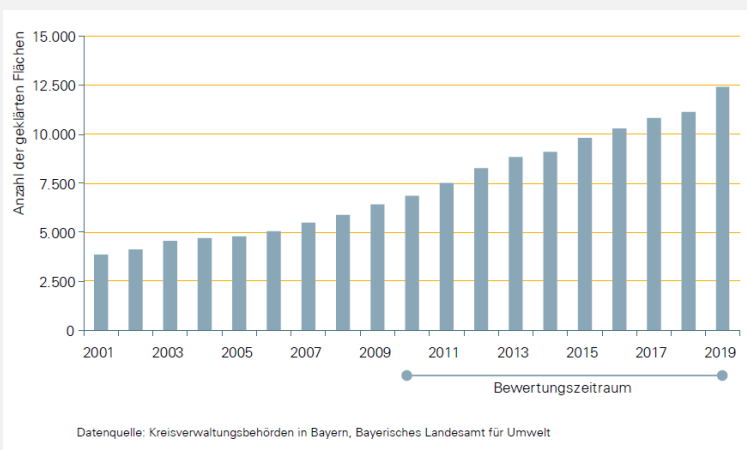
LiKi 2023b
(Eine Kartenabbildung gibt es auch hier: BLAG KliNa 2022b; S. 57)

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BS-7

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Altlasten
Kennziffer/-code	k. A.
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Umweltindikatoren Bayern
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) [Hrsg.] (2019): Umweltbericht Bayern 2019. https://www.bestellen.bayern.de/shop-link/lfu_all_00155.htm (17.02.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der UN ²³
Betreuende Institution	Bayerisches Landesamt für Umwelt – LfU
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	<ul style="list-style-type: none"> ► Umweltdaten Baden-Württemberg: Altlasten (Ein Indikator zeigt die Anzahl der Altablagerungen und Altstandorte. Ein zweiter Indikator bildet die Anzahl der altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und sanierten Flächen ab.), Link: Bericht ► Boden und Altlasten – Nachrichten aus Hessen: Entwicklungstrends bei der Altlastenbearbeitung in Hessen (Der Indikator zeigt die Gesamtanzahl der Flächen im „Fachinformationssystem Altflächen und Grundwasserschadensfälle“ (FIS AG; synonym: Altflächendatei)“ und der noch nicht in Bearbeitung genommenen Flächen.), Link: Bericht ► Boden und Altlasten – Nachrichten aus Hessen: Fortschritte bei der systematischen Altlastenbearbeitung (Der Indikator zeigt die Anzahl der Flächen, die nach der Ersterfassung validiert und in die systematische Bearbeitung genommen werden konnten, getrennt nach den Kategorien Altlast/Schädliche Bodenveränderung, Gefahrenverdacht abzuklären, Sanierung abgeschlossen sowie Gefahrenverdacht ausgeräumt.), Link: Bericht ► EEA indicators: Progress in the management of contaminated sites in Europe (Der Indikator zeigt die Anzahl potenzieller Altlastenflächen in der EU, die durch nationale Inventare registriert wurden.), Link: Indikator
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstoffhaushalt
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz

²³ Die Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie wurde erst im Jahr 2022 beschlossen und wurde daher im Umweltbericht von 2019 noch nicht als Kontext angegeben.

Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Bayern
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator beschreibt die Entwicklung der Anzahl der Flächen mit geklärtem Altlast-Verdacht in Bayern seit 2001.
Bewertung des Indikatorwerts	Es gibt eine schriftliche Bewertung und es gab für das Jahr 2020 einen Zielwert, der 2019 bereits erreicht wurde.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Kreisverwaltungsbehörden in Bayern und LfU
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Es wird ein aggregierter Wert für Bayern dargestellt. Die Datengrundlage kann nicht genau bewertet werden, da sie nicht genau benannt ist. Da jedoch Flächen dargestellt werden, bei denen die Amtsermittlung gemäß § 9 Abs. 1 Bundes-Bodenschutzgesetz abgeschlossen ist, kann von einer einheitlichen Datengrundlage ausgegangen werden.
Abbildung(en)	
Abbildung(en)	 <p>Datenquelle: Kreisverwaltungsbehörden in Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt</p>
Quelle der Abbildung(en)	LfU 2019; S. 72

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BS-8

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Mittlere Aktivitätskonzentration an Cäsium-137 im Boden in Baden-Württemberg
Kennziffer/-code	k. A.
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Umweltdaten Baden-Württemberg
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2022): Umweltdaten 2021 Baden-Württemberg. https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10246 (12.01.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	k. A.
Betreuende Institution	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Frequenz der Aktualisierung	etwa alle 3 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstoffhaushalt
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Baden-Württemberg
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator zeigt die mittlere Aktivitätskonzentration an Cäsium-137 im Boden in Baden-Württemberg in Bq/kg TM seit 1989 bis 2020.
Bewertung des Indikatorwerts	Es findet insofern eine Bewertung statt, als dass der Bereich der mittleren Aktivitätskonzentration vor dem Reaktorunfall von Tschernobyl angegeben ist.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten

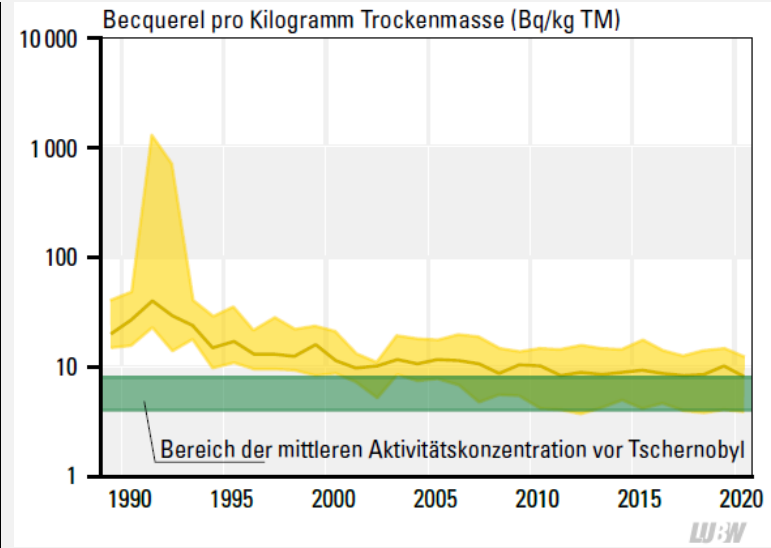
Datengrundlage

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Es wird jeweils ein landesweiter Wert angegeben, die Daten stammen aus einer Quelle. Grundlage des Indikators sind aktuell 1.414 Messungen.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und LUBW 2022; S. 168

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BU-1

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Regenerosivität
Kennziffer/-code	BO-I-3
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023g): Indikator-Factsheet: Regenerosivität (BO-I-3). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ▶ Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt ▶ Energie- und Klimaprogramm Sachsen ▶ Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT)
Betreuende Institution	<p>Umweltbundesamt – UBA</p> <p>Deutscher Wetterdienst – DWD</p> <p>Technische Universität München – TUM</p>
Frequenz der Aktualisierung	Alle 4 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klimafolgenmonitoring Nordrhein-Westfalen: 5.4 – Regenerosivität (Abgebildet wird Regenerosivität in NRW, im Zeitraum 1973-2000 basierend auf korrigierten Messwerten und im Zeitraum 2001-2021 basierend auf Radardaten.), Link: Indikator ▶ Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-B4 Entwicklung der Regenerosivität (Abgebildet werden die jährlichen R-Faktoren und der 10-jährige gleitende Mittelwert für die Klimastation Chemnitz.), Link: Indikator, Bericht ▶ Klimafolgenmonitoring Thüringen: I-BO-5 Regenerosivität (Als Indikator wird die jährliche Regenerosivität (R-Faktor) dargestellt.), Link: Bericht
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstruktur
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	<p>Diagramm: Deutschland</p> <p>Karte: Kreise</p>
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	<p>Diagramm:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ R-Faktor aus RADKLIM (Radarklimatologie): jährlich, seit 2001 ▶ R-Faktor der ABAG aus Ombrometermessungen: unregelmäßig, 1962-2016

Generierung des Indikators

	<p>► gleitendes 5-Jahresmittel: seit 1975 Karte: Mittel der Jahre 2017 bis 2020</p>
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	<p>Der Indikator besteht aus einem Diagramm und einer Karte. Das Diagramm zeigt</p> <ul style="list-style-type: none"> ► den bundesdeutschen Mittelwert der jährlichen Regenerosität (R-Faktor der ABAG) aus RADKLIM ► den bundesdeutschen Mittelwert der jährlichen Regenerosität (R-Faktor der ABAG) aus Ombrometermessungen und ► das gleitende 5-Jahresmittel des bundesdeutschen Mittelwerts der jährlichen Regenerosität. <p>Die Karte bildet den Regenerositätsfaktor deutscher Kreise im Mittel mehrerer Jahre ab. Details im Factsheet: UBA 2023g</p>
Bewertung des Indikatorwerts	<p>Wenn möglich, findet eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt.</p>

Datengrundlage

Datenquelle(n)	<p>Diagramm: RADKLIM, DWD, und Ombrometermessungen, TUM Karte: RADKLIM, DWD</p>
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<p><input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input checked="" type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten</p>
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	<p>Für das Diagramm wurden die Werte zu bundesdeutschen Mittelwerten aggregiert. Allerdings werden mit verschiedenen Methoden erhobene/modellierte Daten abgebildet, sodass die Zeitreihe nicht durchgehend ist. Die Karte zeigt für alle Landkreise einheitlich modellierte Werte.</p>

Abbildung(en)

Abbildung(en)	<p>Diagramm:</p> <p>Datenquelle: bis 2000 Literaturrecherchen (Auerswald et al. 2019a und b), ab 2001 DWD (RADKLIM)</p>
---------------	--

Abbildung(en)

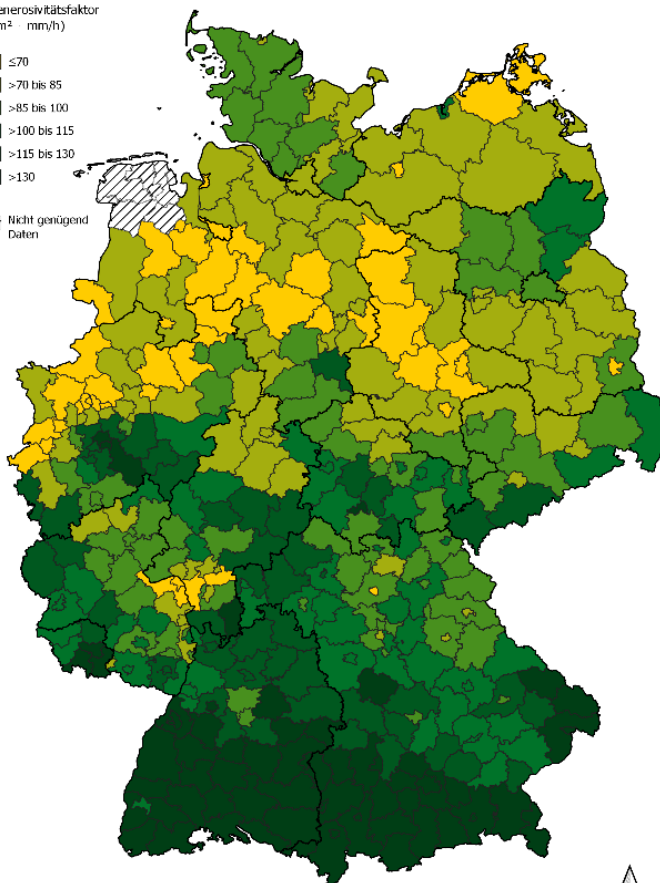
Karte:

Regenerositätsfaktor deutscher Kreise - Mittel der Jahre 2017-2021

Regenerositätsfaktor
(kJ/m² · mm/h)

- ≤70
- >70 bis 85
- >85 bis 100
- >100 bis 115
- >115 bis 130
- >130

/// Nicht genügend
Daten



Datenquelle:
Geobasisdaten: Geobasis-DE/BKG 2021
Fachdaten: DWD - RADKLIM



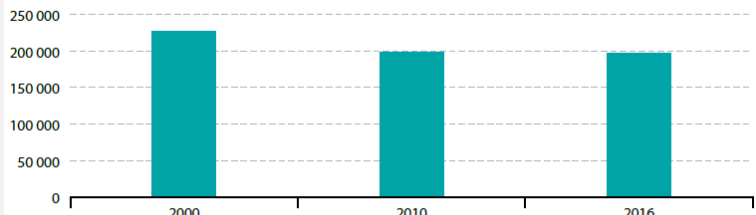
Quelle der Abbildung(en)

UBA 2023g; S. 7f.

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BU-2

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Estimated severe soil erosion by water (deutsch: Geschätzte schwere Bodenerosion durch Wasser)
Kennziffer/-code	SDG_15_50 (online)
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring on progress towards the SDGs in an EU context
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Europäische Kommission; Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022): Sustainable development in the European Union. Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. 2022 edition. https://data.europa.eu/doi/10.2785/313289 (30.01.2023) Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022b): Estimated soil erosion by water - area affected by severe erosion rate (source: JRC) (sdg_15_50). https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/sdg_15_50_esmsip2.htm (30.01.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ► UN-Nachhaltigkeitsziele Ziel 15: Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen. ► EU-Bodenstrategie für 2030 ► Thematic strategy for soil protection (Communication COM/2006/0231 final)
Betreuende Institution	Statistical Office of the European Union – Eurostat
Frequenz der Aktualisierung	k. A.
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	<ul style="list-style-type: none"> ► Agrarumweltindikatoren (AUI) der EU: 21. Soil erosion (Der Indikator schätzt den Anteil der Landwirtschafts- und Grünlandfläche, der von moderater bis schwerer Erosion durch Wasser betroffen war.), Link: Indikator ► Soil Quality Dashboard der Europäischen Kommission: Share of UAA (Utilised agriculture area) in severe risk of soil erosion by water (Der Indikator bildet mithilfe einer Karte für jeden Mitgliedsstaat den geschätzten prozentualen Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche ab, die von moderater bis schwerer Bodenerosion durch Wasser betroffen ist (> 11 t/ha*a).), Link: Dashboard, Factsheet (S. 66ff) ► Performance monitoring and evaluation framework (PMEF) der Europäischen Kommission: I.13/C.41 Soil erosion by water (Der Indikator besteht aus zwei Teilindikatoren: dem geschätzten Bodenverlust durch Erosion durch Wasser in t/ha*a sowie dem prozentualen Anteil von Agrarland, dass von moderater oder schwerer Bodenerosion durch Wasser betroffen ist.), Link: Factsheet (S. 75ff)

Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstruktur
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Europäische Union
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	unregelmäßig (2000, 2010, 2016)
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	<p>Dargestellt wird die Fläche in km², die von einer Bodenerosion > 10 t/ha*a betroffen ist, sowie ihr prozentualer Anteil an der gesamten nicht-künstlichen erosiven Fläche eines Landes.</p> <p>Die Daten beruhen auf Schätzungen von Bodenerosionsmodellen und wurden nicht gemessen.</p> <p>Details in den Metadaten: Eurostat 2022b</p>
Bewertung des Indikatorwerts	<p>Es findet eine Trendbewertung hinsichtlich der Frage statt, ob sich der Indikator in Einklang mit den SDG-relevanten Politikzielen der EU entwickelt (Details hier: Europäische Kommission und Eurostat 2022; S. 365ff.). Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt. Die aktuelle Entwicklung wird als moderat in Richtung des EU-Ziels bewertet.</p>
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Soil erosion database, Joint Research Centre (JRC)
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input type="checkbox"/> Gemessene Daten <input checked="" type="checkbox"/> Modellerte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Die Daten wurden mit verschiedenen Erosions-Modellen modelliert und zu einem europäischen Wert aggregiert.
Abbildung(en)	
Abbildung(en)	<p>Figure 15.5: Estimated severe soil erosion by water, EU, 2000, 2010 and 2016 (km²)</p>  <p>Compound annual growth rate (CAGR): – 0.9% per year in the period 2000–2016; – 0.1% per year in the period 2010–2016. Source: Joint Research Centre (Eurostat online data code: sdg_15_50)</p>
Quelle der Abbildung(en)	Europäische Kommission und Eurostat 2022; S. 277

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief BB-1

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Regenwurmfauna
Kennziffer/-code	I-BO-2
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2020): Monitoringbericht 2020 zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg. https://pd.lubw.de/10182 (17.01.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg
Betreuende Institution	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg – LUBW
Frequenz der Aktualisierung	alle 5 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	Klimawandelmonitoring Brandenburg: B-5 Regenwürmer (Lumbriciden) (Abgebildet wird die Regenwurmpopulationsdichte (Lumbricidenabundanz, Anzahl der Regenwurm-Individuen pro m ²) auf ackerbaulich genutzten Sandböden in Brandenburg von 1990 bis 2016 für drei Beobachtungszyklen (1. Zyklus 1990 bis 1996, 2. Zyklus 1999 bis 2008, 3. Zyklus 2009 bis 2016).), Link: Bericht
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenbiodiversität
Kontext Klima	<input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	7 Waldmessstandorte in Baden-Württemberg
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator zeigt Daten zur Biomasse anezischer (tiefgrabender) Regenwürmer in g Frischmasse m ² .
Bewertung des Indikatorwerts	keine
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Biologisches Messnetz, LUBW
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten

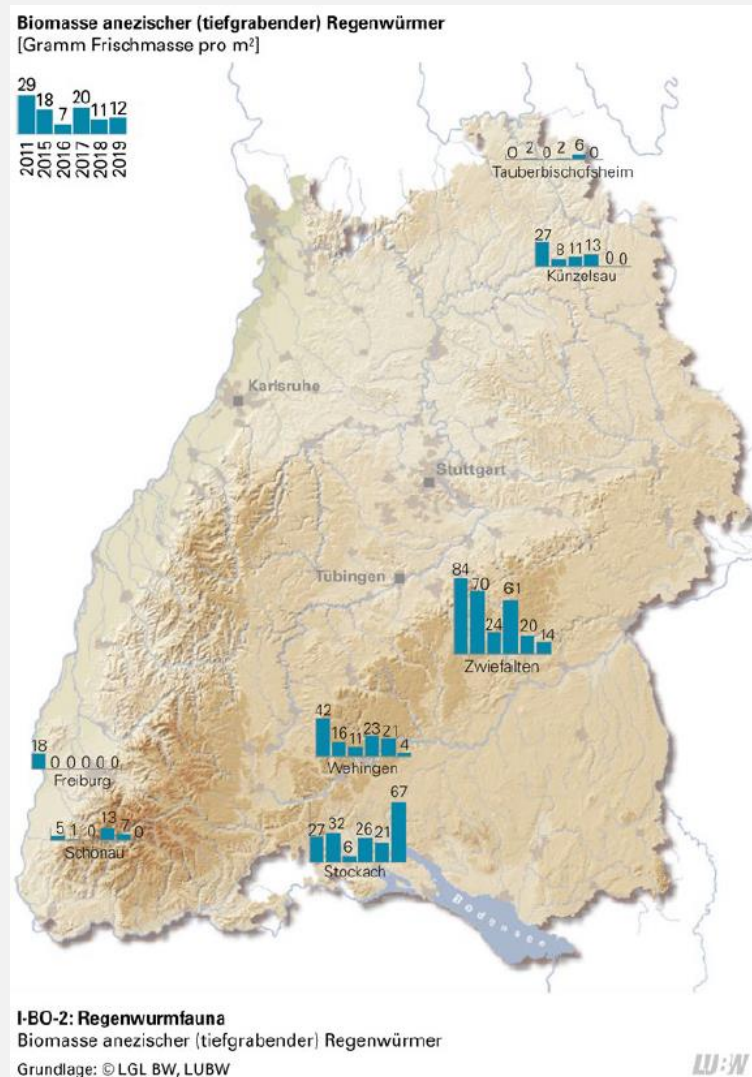
Datengrundlage

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Es werden Einzelstationsdaten präsentiert. Darüber hinaus wird das arithmetische Mittel aller Stationen gezeigt als Form der räumlichen Aggregation.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und LUBW 2020; S. 76

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-1

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Verhältnis der Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate
Kennziffer/-code	11.3.1
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele für Deutschland
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023c): Indikator 11.3.1. Verhältnis der Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate. Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele für Deutschland. https://sdg-indikatoren.de/11-3-1/ (30.03.2023)</p> <p>Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2022): SDG indicator 11.3.1 – Nationale Metadaten. https://sdg-indikatoren.de/public/Meta/11.3.1.pdf (30.01.2023)</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<p>► UN-Nachhaltigkeitsziele Ziel 11: Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten.</p> <p>► Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der UN²⁴</p> <p>► Der Indikatorenbericht zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern nennt folgendes Ziel: „Reduzierung des Flächenverbrauchs bis 2030 auf 5 Hektar pro Tag“ (Bayerisches Landesamt für Statistik 2021; S. 63ff.)</p> <p>► Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie Ziel: „Das Leitziel der Thüringer Flächenhaushaltspolitik ist es, die Flächenneuanspruchnahme zu verringern und eine möglichst ausgeglichene Bilanz zwischen der Neuanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen und der Rückwidmung für natürliche und naturnahe Zwecke zu erreichen – unabhängig davon, ob es sich um bauliche Maßnahmen oder Kompensationsvorhaben handelt.“ (TMUEN 2018; S. 47)</p> <p>► EU-Bodenstrategie für 2030 Ziel: Erreichen von Netto-Null-Flächenverbrauch bis 2050 (Europäische Kommission 2021a; S. 4)</p>
Betreuende Institution	Statistisches Bundesamt (Destatis)
Frequenz der Aktualisierung	jährlich
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	<p>► Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern: 26a Flächennutzungs- und Bevölkerungswachstumsrate (Der Indikator zeigt die Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) sowie die Entwicklung der Bevölkerungszahl. Beide Kennzahlen werden als prozentuale Veränderung zum jeweiligen Vorjahr und für die Jahre 2008 bis 2019 ausgewiesen. Der Indikator orientiert sich am global abgestimmten Indikator 11.3.1 der globalen UN-Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung.), Link: Bericht</p> <p>► Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern: 26d Siedlungsdichte (Der Indikator gibt die Entwicklung der Siedlungsdichte, das heißt die Bevölkerungszahl je km² SuV für den ländlichen Raum, nicht ländliche Räume und Bayern insgesamt wieder. Als Basiswerte dienen die Werte der amtlichen Statistik vom Stichtag 31.12.2008. Zur Siedlungsfläche zählen neben Wohn-</p>

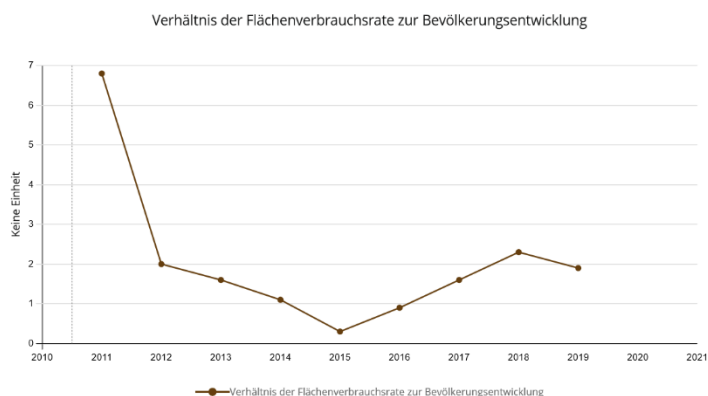
²⁴ Die Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern nennen als Kontext die Agenda 2030. Die Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie wurde erst im Jahr 2022 beschlossen und wurde daher im Indikatorenbericht von 2021 noch nicht als Kontext angegeben.

Allgemeine Informationen	
	<p>bauflächen auch Flächen besonderer funktionaler Prägung, Industrie- und Gewerbeflächen und Flächen mit gemischter Nutzung sowie Freiflächen.), Link: Bericht</p> <ul style="list-style-type: none"> ► Klimafolgenmonitoring Nordrhein-Westfalen: 12.2 – Effizienz der Flächeninanspruchnahme (Dargestellt wird der regionalplanerisch ausgewiesene Siedlungsraum pro Einwohner*in in m².), Link: Indikator ► Thüringer Indikatorenset zur nachhaltigen Entwicklung: 24 c) Siedlungsdichte (Der Indikator zeigt die Anzahl der Einwohner*innen auf einem km² SuV.), Link: Bericht ► Monitoring on progress towards the SDGs in an EU context: SDG_11_31 (online) Settlement area per capita (Der Indikator bildet die Siedlungsfläche pro Einwohner*in ab.), Link: Bericht
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 2010
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	<p>Der Indikator stellt das Verhältnis der Flächenverbrauchsrate in % zur Bevölkerungswachstumsrate in % dar. Die Flächenverbrauchsrate errechnet sich dabei aus der Entwicklung der SuV.</p> <p>Details in den Metadaten: Destatis 2022</p>
Bewertung des Indikatorwerts	keine
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Flächenerhebung und Bevölkerungsfortschreibung, Destatis
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Präsentiert wird ein aggregierter Wert für Deutschland. Die Daten stammen aus einer Datenquelle.

Abbildung(en)

Abbildung(en)

Indikator



Datenquelle: Statistisches Bundesamt (Destatis)

Geographische Abdeckung: Deutschland

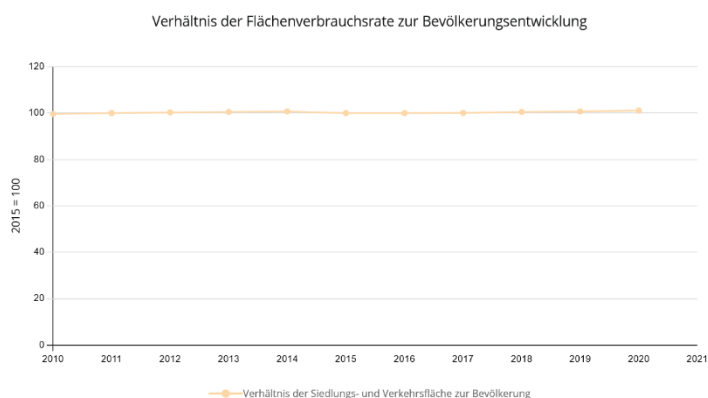
Einheit: Keine Einheit

Anmerkungen:

- Bevölkerungsentwicklung: Für 2010 basieren die Daten der Bevölkerungsforschung auf der Volkszählung 1987 (Bundesrepublik Deutschland) sowie dem Bevölkerungsregister mit Stand vom 3. Oktober 1990 (Deutsche Demokratische Republik) und ab 2011 auf dem Zensus 2011.
- Verhältnis der Siedlungs- und Verkehrsfläche zur Bevölkerung: Für 2010 wurde die Bevölkerung anhand des Zensus 2011 sowie der Wanderungs-, Geburten- und Sterbestatistiken zurückgerechnet.
- Flächenverbrauchsrate: Aufgrund methodischer Änderungen sind die Ergebnisse ab 2016 nur eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar. Bis Ende 2016 erfolgte die Umstellung des Liegenschaftskatasters auf ALKIS. Mit der Umstellung wurde auch eine neue Nutzungsartensystematik eingeführt, die Auswirkungen auf die Vergleichbarkeit der Daten im Zeitablauf hat. Die Umstellung nach ALKIS wurde in den Bundesländern zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt und erstreckte sich über einen Zeitraum von insgesamt neun Jahren.

Copyright: © Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022

Zusatz



Datenquelle: Statistisches Bundesamt (Destatis)

Geographische Abdeckung: Deutschland

Einheit: 2015 = 100

Anmerkungen:

- Bevölkerungsentwicklung: Für 2010 basieren die Daten der Bevölkerungsforschung auf der Volkszählung 1987 (Bundesrepublik Deutschland) sowie dem Bevölkerungsregister mit Stand vom 3. Oktober 1990 (Deutsche Demokratische Republik) und ab 2011 auf dem Zensus 2011.
- Verhältnis der Siedlungs- und Verkehrsfläche zur Bevölkerung: Für 2010 wurde die Bevölkerung anhand des Zensus 2011 sowie der Wanderungs-, Geburten- und Sterbestatistiken zurückgerechnet.
- Flächenverbrauchsrate: Aufgrund methodischer Änderungen sind die Ergebnisse ab 2016 nur eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar. Bis Ende 2016 erfolgte die Umstellung des Liegenschaftskatasters auf ALKIS. Mit der Umstellung wurde auch eine neue Nutzungsartensystematik eingeführt, die Auswirkungen auf die Vergleichbarkeit der Daten im Zeitablauf hat. Die Umstellung nach ALKIS wurde in den Bundesländern zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt und erstreckte sich über einen Zeitraum von insgesamt neun Jahren.

Copyright: © Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022

Quelle der Abbildung(en)

Destatis 2023c

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-2

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Siedlungs- und Verkehrsfläche
Kennziffer/-code	RO-R-5
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023h): Indikator-Factsheet: Siedlungs- und Verkehrsfläche (RO-R-5). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht</p>
<p>Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ UN-Nachhaltigkeitsziele Ziel 11: Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten. ▶ Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt Ziel „Bis zum Jahre 2020 beträgt die zusätzliche Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr maximal 30 Hektar pro Tag. Im Idealfall sollte es langfristig gelingen, die tatsächliche Neuinanspruchnahme von Flächen weitgehend durch die erneute Nutzung vorhandener Flächen zu ersetzen.“ (BMUB 2007; S. 51) ▶ Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Ziel: „Die Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke soll bis zum Jahr 2030 auf durchschnittlich unter 30 Hektar pro Tag begrenzt werden. Bis zum Jahr 2050 wird eine Flächenkreislaufwirtschaft angestrebt. Das heißt, es sollen netto keine weiteren Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke beansprucht werden.“ (Die Bundesregierung 2020; S. 271) ▶ Klimaschutzplan 2050 Ziel: „Der Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Flächenverbrauch) soll im Einklang mit der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie bis 2020 auf 30 Hektar pro Tag reduziert werden.“ (BMUB 2016) ▶ Aufgrund der Häufigkeit, mit der dieser Indikator verwendet wird, werden hier nicht die einzelnen Strategiepapiere der Länder gelistet, in deren Kontext berichtet wird. Viele der Bundesländer haben ebenfalls (quantifizierte) Ziele zur Reduzierung der Flächenneuinanspruchnahme beschlossen. Eine Übersicht zu den Zielen der einzelnen Länder ist hier zu finden: Link
Betreuende Institution	Umweltbundesamt – UBA
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
<p>Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie: 11.1.a Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Der Indikator zeigt den durchschnittlichen täglichen Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) in ha/d.), Link: Indikator

Allgemeine Informationen

- ▶ Indikatoren zur **Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt**: Flächeninanspruchnahme (Der Indikator bildet die durchschnittliche Zunahme der SuV in ha/d in Deutschland ab.), Link: [Bericht](#)
- ▶ **Umweltindikatoren** des UBA: Siedlungs- und Verkehrsfläche (Der Indikator bildet die durchschnittliche Zunahme der SuV in ha/d ab.), Link: [Indikator](#)
- ▶ **Daten zur Umwelt** des UBA: Siedlungs- und Verkehrsfläche (Der Indikator zeigt den durchschnittlichen Anstieg der SuV in ha/d.), Link: [Bericht](#)
- ▶ **Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI)**: D1 Flächenverbrauch (Der Indikator bildet die Zunahme der SuV sowie den Anteil der SuV an der Landesfläche bis 2015 beziehungsweise den Anteil der Fläche für Siedlung und Verkehr an der Landesfläche ab 2016 ab.), Link: [Indikator](#)
- ▶ Nachhaltigkeitsindikatoren **Baden-Württemberg**: Flächeninanspruchnahme (Dargestellt wird die Zunahme der SuV in ha/d. Dazu wird der jährliche Zuwachs an SuV durch die Anzahl der Kalendertage des Jahres geteilt.), Link: [Indikator](#)
- ▶ Monitoring zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in **Baden-Württemberg**: R-SR-2: Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Dargestellt wird die tägliche Zunahme der SuV in ha/d.), Link: [Bericht](#)
- ▶ Umweltdaten **Baden-Württemberg**: Tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Baden-Württemberg (Dargestellt wird die tägliche Zunahme der SuV in ha/d.), Link: [Bericht](#), [Indikator](#)
- ▶ Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in **Bayern**: 26b Siedlungs- und Verkehrsfläche (Der Indikator beschreibt den Anstieg der SuV zwischen zwei Erhebungsstichtagen in ha/d. Die SuV errechnet sich aus den Nutzungsartenkategorien „Siedlungsfläche“ und „Verkehrsfläche“ abzüglich „Bergbau“ und „Tagebau / Grube / Steinbruch“. SuV ist nicht gleichzusetzen mit versiegelter Fläche, da sie in großem Umfang auch unbebaute Flächen Sportplätze oder Haus- und Nutzgärten umfasst.), Link: [Bericht](#)
- ▶ Klimawandelmonitoring **Brandenburg**: N-3 Flächeninanspruchnahme (Dargestellt wird die jährliche zusätzliche Bodeninanspruchnahme für SuV in Brandenburg von 2000 bis 2019 und der prozentuale Anteil dieser Flächen an der gesamten Landesfläche.), Link: [Bericht](#)
- ▶ Nachhaltigkeitsindikatoren **Hessen**: 15.1 Siedlungs- und Verkehrsfläche (Der Indikator bildet die Flächeninanspruchnahme in Hessen in den Jahren 1992 bis 2020 in ha/d ab.), Link: [Bericht](#)
- ▶ Nachhaltigkeitsindikatoren **Niedersachsen**: 11.1 Flächeninanspruchnahme (Der Indikator zeigt den täglichen Anstieg der SuV in Niedersachsen als gleitenden Vierjahresdurchschnitt in ha/d.), Link: [Bericht](#)
- ▶ Statistische Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung **Rheinland-Pfalz**: G 6 und G17 Siedlungs- und Verkehrsfläche (Die Indikatoren bilden die durchschnittliche Zunahme der SuV in Vierjahresdurchschnitten in ha/d (G16) und als Indexwert basierend auf dem Zeitraum 2001-2004 (G17) ab.), Link: [Bericht](#)
- ▶ Nachhaltigkeitsindikatoren **Sachsen**: Tägliche Neuinanspruchnahme an Siedlungs- und Verkehrsfläche im Freistaat Sachsen (Dargestellt wird die tägliche Neuinanspruchnahme an Gebäude-

Allgemeine Informationen	
	<p>und Freiflächen, Verkehrsfläche, Erholungsfläche sowie sonstiger SuV-Fläche in ha/d sowie das vierjährige Mittel der Neuinanspruchnahme.), Link: Bericht</p> <ul style="list-style-type: none"> ► Indikatoren zur Nachhaltigkeitsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt: 11.1 Flächeninanspruchnahme (Abgebildet wird die Entwicklung der Flächeninanspruchnahme in ha/d.), Link: Bericht ► Indikatoren Schleswig-Holsteins zu den UN-Nachhaltigkeitszielen: Indikator 36 Anstieg Siedlungs- und Verkehrsflächen (Der Indikator zeigt den durchschnittlichen täglichen Anstieg der SuV in ha/d an.), Link: Bericht ► Klimafolgenmonitoring Thüringen: R-RL-1 Siedlungs- und Verkehrsfläche (Als Indikator wird die mittlere tägliche Zunahme der SuV (Flächenneuanspruchnahme) in ha/d dargestellt.), Link: Bericht ► Thüringer Indikatorensatz zur nachhaltigen Entwicklung: 24 a) Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Der Indikator stellt den Zuwachs der SuV in ha/d dar und er zeigt den Anteil der SuV im Vergleich zur Landesfläche insgesamt in %.), Link: Bericht
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	1993 bis 1996 nur ein Wert, seit 1997 jährlich
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	<p>Als Indikatoren werden die mittlere tägliche Zunahme der SuV differenziert nach verschiedenen Flächenkategorien sowie die mittlere tägliche Zunahme der SuV als gleitender 4-Jahres-Mittelwert dargestellt.</p> <p>Details im Factsheet: UBA 2023h</p>
Bewertung des Indikatorwerts	<p>Wenn möglich, findet eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt. Eine zunehmende SuV wird als ungünstig bewertet, die Abnahme der Erholungs- und Friedhofsflächen ebenfalls.</p>

Datengrundlage

Datenquelle(n)

für 1993 bis 2020: Daten zur Umwelt – Indikator Siedlungs- und Verkehrsfläche, UBA (auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamts)

für 2021: Erläuterungen zum Indikator „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche“, Destatis

Art der Daten

(Mehrfachnennungen sind möglich)

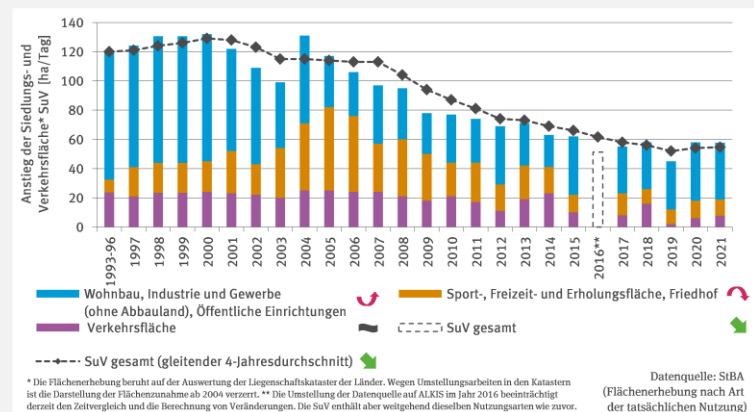
- ☒ Gemessene Daten
- ☐ Modellierte Daten
- ☐ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Es werden bundesweite Daten verwendet, die vom Statistischen Bundesamt erhoben werden.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

UBA 2023h

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-3

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Verhältnis unversiegelte/versiegelte Fläche
Kennziffer/-code	I-B-01
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Klimafolgenmonitoring des Landes Berlin
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm) [Hrsg.] (2016): Klimafolgenmonitoring des Landes Berlin. Sachstandsbericht 2016. https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/klimaschutz/publikationen/klimafolgen-monitoringbericht2016_barrierefrei.pdf (14.03.2023)</p> <p>Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK) [Hrsg.] (2016): Verhältnis versiegelter zu unversiegelter Fläche. digitales Monitoring- und Informationssystem des Berliner Energie- und Klimaschutzprogramms (diBEK). https://di-bek.berlin.de/?lang=de#caption_c3c389c1054 (03.04.2023)</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	k. A.
Betreuende Institution	Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz – SenUMVK
Frequenz der Aktualisierung	k. A.
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Berlin
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	bisher 1990, 2001, 2005, 2011, 2016 und 2021.
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Als Indikator wird das Verhältnis unversiegelter und unbebauter Flächen zu versiegelten Flächen Berlins abgebildet. Details auf der Website: SenUMVK 2023
Bewertung des Indikatorwerts	keine

Datengrundlage

Datenquelle(n)

- ▶ Informationssystem Stadt und Umwelt (ISU) – Raumbezug und Flächennutzungsdaten (Stand 31.12.2020),
- ▶ Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem – ALKIS (Stand 02/2022),
- ▶ NOT-ALKIS Gebäude (Stand 2021),
- ▶ Karte von Berlin 1 : 5.000 – K5 (Stand 05/2021),
- ▶ Orthophotos 2020 und 2021 (Stand 08/2020 und 02/2021),
- ▶ Versiegelungsdaten der Berliner Wasserbetriebe (Stand 2001),
- ▶ Straßenbefahrungsdaten (Stand 2014),
- ▶ Multispektrale Sentinel 2B-Szene vom 07. Juni 2021.

Art der Daten

(Mehrfachnennungen sind möglich)

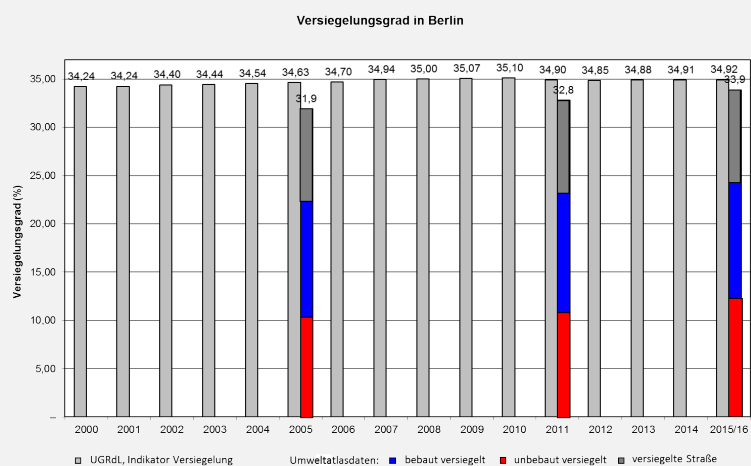
- ☒ Gemessene Daten
- ☐ Modellierte Daten
- ☒ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden sind die ermittelten Versiegelungsdaten nicht über den gesamten Zeitraum hinweg miteinander vergleichbar. Seit 2005 werden die Daten jedoch nach vereinheitlichten Methoden erhoben.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

SenUMVK 2013

(Im Monitoringbericht selbst gibt es keine Abbildung. Die Abbildung stammt aus dem Umweltatlas, auf den im Monitoringbericht verwiesen wird.)

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-4

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Soil sealing index (deutsch: Bodenversiegelungs-Index)
Kennziffer/-code	SDG_15_41 (online)
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring on progress towards the SDGs in an EU context
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Europäische Kommission; Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022): Sustainable development in the European Union. Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. 2022 edition. https://data.europa.eu/doi/10.2785/313289 (30.01.2023) Statistical Office of the European Union (Eurostat) [Hrsg.] (2022c): Soil sealing index (source: EEA) (sdg_15_41). https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/sdg_15_41_esmsip2.htm (24.04.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<p>► UN-Nachhaltigkeitsziele Ziel 15: Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen.</p> <p>► EU-Bodenstrategie für 2030 Ziel: Erreichen von Netto-Null-Flächenverbrauch (Europäische Kommission 2021a; S. 4)²⁵</p>
Betreuende Institution	Statistical Office of the European Union – Eurostat
Frequenz der Aktualisierung	k. A.
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Bodenstruktur
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Europäische Union
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	alle drei Jahre

²⁵ Die Stadt Berlin gibt keinen Berichtskontext an. Das Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm (BEK) wurde im Jahr 2018 vom Berliner Abgeordnetenhaus beschlossen und konnte dem Monitoringbericht 2016 daher noch nicht als Kontext dienen.

Generierung des Indikators

Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts

Der Indikator bildet die versiegelte Fläche wie Gebäude, Asphalt-, Metall-, Glas-, Plastik- oder Betonflächen in km² basierend auf Fernerkundungsdaten als Index ab, wobei der Wert des Jahres 2006 als Basiswert dient.
Details in den Metadaten: Eurostat 2022c

Bewertung des Indikatorwerts

Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt. Aufgrund eines Bruchs in der Zeitreihe im Jahr 2018 ist eine Trendbewertung jedoch nicht möglich.

Datengrundlage

Datenquelle(n)

High Resolution Layer (Copernicus Land Monitoring Service), European Environment Agency (EEA)

Art der Daten
(Mehrfachnennungen sind möglich)

- ☐ Gemessene Daten
- ☐ Modellierte Daten
- ☒ Fernerkundungsdaten

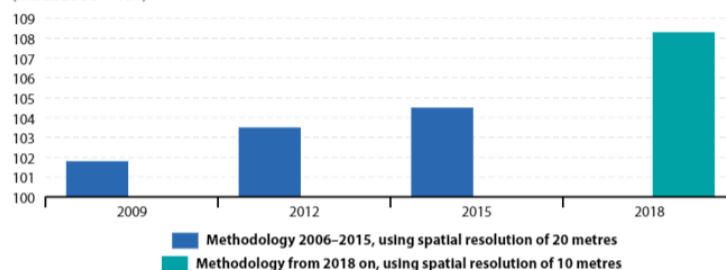
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Die Daten entstammen einer Datenquelle und wurden zu einem Wert für die EU aggregiert. Jedoch gibt es einen methodischen Bruch (eine Veränderung der räumlichen Auflösung) nach 2015.

Abbildung(en)

Abbildung(en)

Figure 15.3: Soil sealing index, EU, 2006–2018
(index 2006 = 100)



Note: Break in time series in 2018.
Source: EEA (Eurostat online data code: sdg_15_41)

Quelle der Abbildung(en)

Europäische Kommission und Eurostat 2022; S. 276

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-5

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Imperviousness and imperviousness change in Europe
Kennziffer/-code	k. A.
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	EEA indicators
Veröffentlichung(en) inkl. URL	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2022b): Imperviousness and imperviousness change in Europe. EEA indicators. https://www.eea.europa.eu/ims/imperviousness-and-imperviousness-change-in-europe (21.04.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ► 7th Environment Action Programme Ziel: Keine Netto-Landnahme mehr bis 2050 ► European Commission's roadmap to a resource efficient Europe Ziel: Keine Netto-Landnahme mehr bis 2050
Betreuende Institution	European Environment Agency – EEA
Frequenz der Aktualisierung	alle 3 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	38 europäische Staaten inkl. Deutschland (EEA-38)
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	aktuell wird der Indikator für das Jahr 2018 dargestellt
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	„Imperviousness“ beschreibt die Abdeckung von Boden mit undurchlässigen Materialien (Versiegelung). Der Indikator zeigt die versiegelte Fläche in MAES-Ökosystemen (MAES = Mapping Europe's ecosystems), differenziert nach Überflutungsgebieten, Küstengebieten und Schutzgebieten in km ² . Außerdem wird in einer weiteren Abbildung die Versiegelung in MAES-Ökosystemen in % der Ökosystemfläche differenziert nach Mitgliedsstaaten angegeben. Details auf der Website: EEA 2022b
Bewertung des Indikatorwerts	keine
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Copernicus Land Monitoring Service - High Resolution Layers – Imperviousness, EEA

Datengrundlage

Art der Daten
(Mehrfachnennungen sind möglich)

- ☐ Gemessene Daten
☐ Modellierte Daten
☒ Fernerkundungsdaten

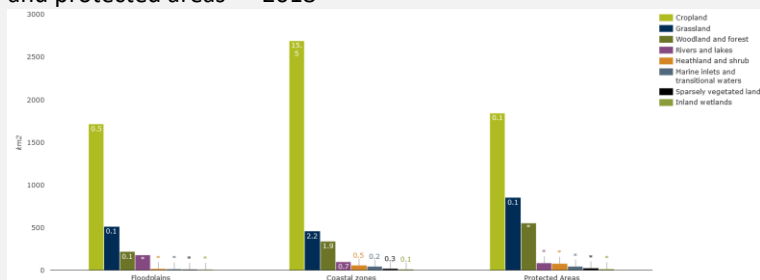
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Die Daten entstammen einer einheitlichen Datenquelle (Fernerkundungsdaten mit einer räumlichen Auflösung von rund 10 m) und wurden für die betrachteten Staaten in mehreren Schritten aggregiert.

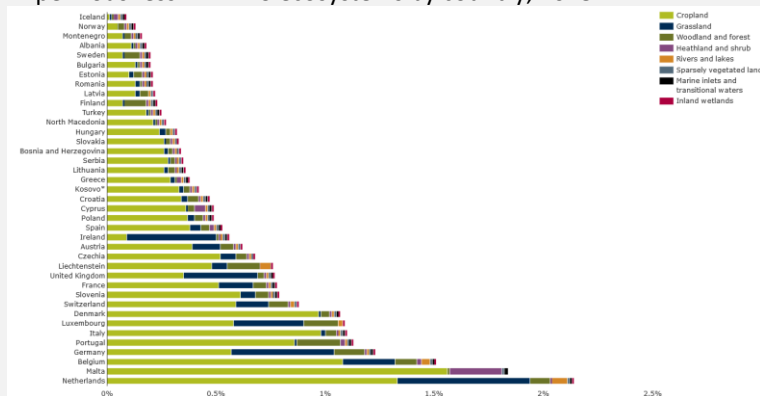
Abbildung(en)

Abbildung(en)

Imperviousness in MAES ecosystems — floodplains, coastal zones and protected areas — 2018



Imperviousness in MAES ecosystems by country, 2018



Quelle der Abbildung(en)

EEA 2022b

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-6

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Net land take in cities and commuting zones in Europe
Kennziffer/-code	k. A.
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	EEA indicators
Veröffentlichung(en) inkl. URL	European Environment Agency (EEA) [Hrsg.] (2023a): Net land take in cities and commuting zones in Europe. EEA indicators. https://www.eea.europa.eu/ims/net-land-take-in-cities (21.04.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ European Commission's roadmap to a resource efficient Europe Ziel: Keine Netto-Landnahme mehr bis 2050 ▶ 8th Environment Action Programme der EU (8th EAP) Ziel: Bis zum Jahr 2050 leben die Menschen gut, innerhalb der planetaren Grenzen in einer wohlfahrtsorientierten Wirtschaft, in der nichts verschwendet wird, Wachstum regenerativ ist, Klimaneutralität erreicht ist und Ungleichheiten signifikant reduziert wurden. ▶ EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 ▶ EU-Bodenstrategie für 2030 Ziel: Erreichen von Netto-Null-Flächenverbrauch bis 2050 (Europäische Kommission 2021a; S. 4) ▶ United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) Ziel: keine Netto-Landnahme ▶ UN-Nachhaltigkeitsziele Ziel: 15.3 Landdegradationsneutralität bis 2030
Betreuende Institution	European Environment Agency – EEA
Frequenz der Aktualisierung	jährlich
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Teil 1: 27 europäische Staaten inkl. Deutschland (EU-27) Teil 2: 38 europäische Staaten inkl. Deutschland (EEA-38)
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	Aktuell wird der Indikator für den Zeitraum 2012-2018 dargestellt.
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator zeigt für die EU-27 die Netto-Landnahme in km ² in Städten und ihrem Umland (FUA, functional urban areas) differenziert nach Landnutzungen und im Durchschnitt der Jahre 2012-2018.

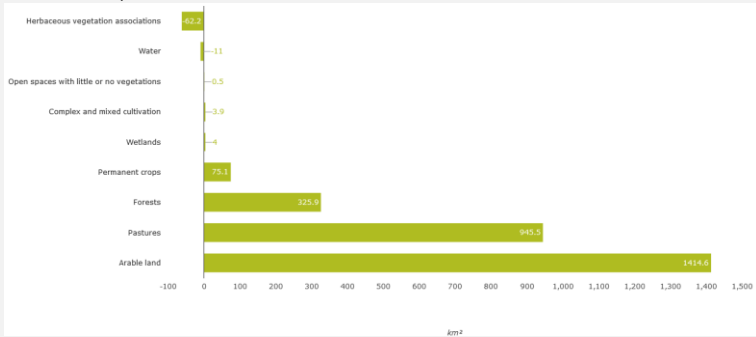
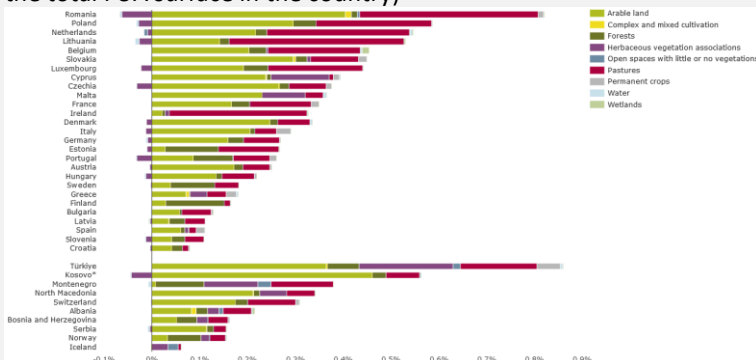
Generierung des Indikators

	Außerdem wird für die einzelnen Mitgliedsstaaten der EEA-38 die Netto-Landnahme differenziert nach Landnutzungen in % der FUA-Fläche der einzelnen Mitgliedsstaaten abgebildet. Details auf der Website: EEA 2023a
Bewertung des Indikatorwerts	keine

Datengrundlage

Datenquelle(n)	Copernicus Land Monitoring Service - Urban Atlas, EEA
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellerte Daten <input checked="" type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Die Daten entstammen einer einheitlichen Datenquelle und wurden für die betrachteten Staaten aggregiert.

Abbildung(en)

Abbildung(en)	<p>Net land take in cities and commuting zones by land cover category, 2012-2018, EU-27</p>  <p>Net land take by land cover and country, 2012-2018, EEA-38 (in % of the total FUA surface in the country)</p> 
---------------	---

Quelle der Abbildung(en)

EEA 2023a

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

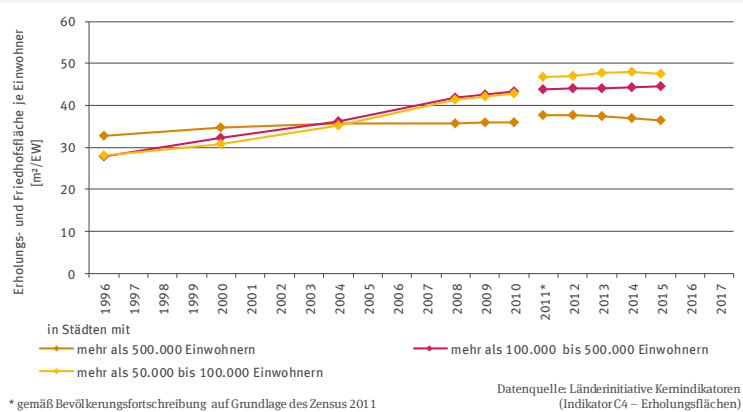
Indikator-Steckbrief LN-7

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Erholungsflächen
Kennziffer/-code	BAU-R-1
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023j): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Noch unveröffentlicht</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2023d): Indikator-Factsheet: Erholungsflächen (BAU-R-1). Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Noch unveröffentlicht</p>
<p>Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ► Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ► Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt: „Bis zum Jahre 2020 ist die Durchgrünung der Siedlungen einschließlich des wohnumfeldnahen Grüns (zum Beispiel Hofgrün, kleine Grünflächen, Dach- und Fassadengrün) deutlich erhöht. Öffentlich zugängliches Grün mit vielfältigen Qualitäten und Funktionen steht in der Regel fußläufig zur Verfügung.“ (BMUB 2007; S. 42) ► Strategie der Bundesregierung zur vorbildlichen Berücksichtigung von Biodiversitätsbelangen für alle Flächen des Bundes (StrÖff), in der StrÖff wurden die Ziele der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt aufgegriffen ► Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels (MKRO 2013) ► Die LiKi nennt nicht-quantifizierte Ziele für Bayern, Berlin und Bremen, sowie quantifizierte Ziele bzw. Ziele mit Angabe einer Jahreszahl für <ul style="list-style-type: none"> ► Schleswig-Holstein: „Bis 2030 den Verlust an Freiraumflächen je Einwohner:in reduzieren.“ ► und den Bund: „Bis 2020 soll jedem Kind Zugang zu gesunden und sicheren Umgebungen und Lebensumfeldern verschafft werden; Kinder sollen Kindergarten oder Schule zu Fuß oder mit dem Rad erreichen und auf Grünflächen spielen können.“ (Parma-Deklaration für Gesundheit und Umwelt von 2010) (LiKi 2023a) ► Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg
Betreuende Institution	<p>Umweltbundesamt – UBA</p> <p>Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – HLNUG</p> <p>Deutscher Wetterdienst – DWD</p>
Frequenz der Aktualisierung	alle 4 Jahre
<p>Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ► Länderinitiative Kernindikatoren (LiKi): C4 Erholungs- und Friedhofsflächen in Städten (nach Größenklassen) (Der Indikator zeigt die Erholungsflächen in Städten mit mehr als 500.000 Einwohnerinnen*Einwohnern in m²/E, die Erholungsflächen in Städten mit 100.000 bis unter 500.000 Einwohnerinnen*Einwohnern in m²/E sowie die Erholungsflächen in Städten mit 50.000 bis unter 100.000 Einwohnerinnen*Einwohnern in m²/E.), Link: Indikator

Allgemeine Informationen	
	<ul style="list-style-type: none"> ► Monitoring zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg: R-SR-1: Anteil der Erholungs- und Friedhofsfläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Vergleich zum Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Bodenfläche in Großstädten (Abgebildet wird der Anteil der Erholungs- und Friedhofsfläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) im Vergleich zum Anteil der SuV an der Bodenfläche in den Städten Stuttgart, Heilbronn, Baden-Baden, Karlsruhe, Heidelberg, Mannheim, Pforzheim, Freiburg im Breisgau, Reutlingen und Ulm.), Link: Bericht ► Klimafolgenmonitoring Nordrhein-Westfalen: 13.3 – Öffentliche und private Grünflächen (Der Indikator zeigt den Anteil der Grünflächen in Nettetal, Soest, Oberhausen und Herne in %, differenziert nach unterschiedlichen Nutzungskategorien und Zugänglichkeiten mit Stand 2017-2018.), Link: Indikator
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	4-jährlich seit 1996, seit 2008 jährlich
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator bildet die Erholungs- und Friedhofsfläche je Einwohner*in in Städten mit mehr als 500.000 Einwohnerinnen*Einwohnern sowie die Erholungs- und Friedhofsfläche je Einwohner*in in Städten mit 100.000 bis 500.000 Einwohnern*Einwohnerinnen ab. Details im Factsheet: UBA 2023d
Bewertung des Indikatorwerts	Wenn möglich, findet eine Trendbewertung statt: Zeichnet der ermittelte statistische Trend eine günstige oder ungünstige Entwicklung? Der Trend wird mit einem Symbol, die Bewertung über die Farbe des Symbols dargestellt.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Präsentiert wird ein aggregierter Wert für Deutschland.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

UBA 2023d; S. 9

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-8

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Freiraumverlust
Kennziffer/-code	11.1.b
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie
Veröffentlichung(en) inkl. URL	<p>Statistisches Bundesamt (Destatis) [Hrsg.] (2023b): Flächeninanspruchnahme – Flächen nachhaltig nutzen. Indikator 11.1.b: Freiraumverlust. Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. http://dns-indikatoren.de/11-1-b/ (20.02.2023)</p> <p>Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2021. https://dns-indikatoren.de/assets/publications/reports/de/2021.pdf (12.01.2023)</p>
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ► Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie ► Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der UN²⁶ ► Der Indikatorenbericht zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern nennt folgendes Ziel: „Reduzierung des Flächenverbrauchs bis 2030 auf 5 Hektar pro Tag“ (Bayerisches Landesamt für Statistik 2021; S. 63ff.) ► Nachhaltigkeitsstrategie für Niedersachsen ► Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie
Betreuende Institution	Statistisches Bundesamt – Destatis
Frequenz der Aktualisierung	jährlich
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	<ul style="list-style-type: none"> ► Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern: 26c Freiraumverlust (Der Indikator zeigt den jährlichen Verlust von Freiräumen außerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) in m²/E für den ländlichen Raum, nicht ländlichen Raum und Bayern insgesamt. Als Freiraumflächen werden die Landwirtschafts-, Wald-, Abbau- und Haldenflächen sowie Wasserflächen in Form von fließenden und stehenden Gewässern bezeichnet.), Link: Bericht ► Umweltbericht Bayern: Entwicklung des Flächenverbrauchs für Siedlungen und Verkehr in Bayern seit 2001 (Dargestellt wird die Umwandlung von Freiflächen in SuV.), Link: Bericht ► Nachhaltigkeitsindikatoren Niedersachsen: 11.2 Freiraumverlust (Der Indikator zeigt die Veränderung der Freiraumfläche je Einwohner*in als gleitenden m²/a.), Link: Bericht ► Indikatoren Schleswig-Holsteins zu den UN-Nachhaltigkeitszielen: Indikator 37. Freiraumverlust (Der Indikator stellt als gleitender 4-Jahres-Durchschnitt die jährliche Veränderung der Freiraumfläche in m²/E dar.), Link: Bericht ► Thüringer Indikatorensatz zur nachhaltigen Entwicklung: 24 b) Freiraumverlust (Der Indikator stellt Freiraumverlust in m²/E*a dar. Abgebildet wird ein gleitender Vierjahresdurchschnitt.), Link: Bericht

²⁶ Die Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern nennen als Kontext die Agenda 2030. Die Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie wurde erst im Jahr 2022 beschlossen und wurde daher im Indikatorenbericht von 2021 noch nicht als Kontext angegeben.

Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 2004
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator stellt als gleitender Vierjahresdurchschnitt die jährliche Veränderung der Freiraumfläche in m ² /E dar. Als Freiraumflächen werden Vegetationsflächen (z. B. Ackerland, Weideland oder Waldflächen), sowie Abbauf Flächen und Wasserflächen bezeichnet. Freiraumflächen sind begrifflich abzugrenzen von Freiflächen im Siedlungsbereich, wie Friedhöfe, Gärten, Parks oder Freizeitanlagen, die zwar weitestgehend unbebaut sind, aber prinzipiell zur SuV zählen.
Bewertung des Indikatorwerts	Ein Wettersymbol (Sonnenschein bis Gewitter) zeigt an, inwiefern sich die Indikatorwerte in Richtung Ziel bewegen.
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Bevölkerungszahlen und Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung, Destatis
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Präsentiert wird ein aggregierter Wert für Deutschland.
Abbildung(en)	
Abbildung(en)	<p>Veränderung der Freiraumfläche je Einwohnerin und Einwohner</p> <p>Gleitender Vierjahresdurchschnitt</p> <p>m² pro Jahr</p> <p>2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020</p> <p>Insgesamt Nicht-ländliche Gebiete Ländliche Gebiete</p> <p>Datenquellen: Statistisches Bundesamt, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Johann Heinrich von Thünen-Institut</p> <p>Geographische Abdeckung: Deutschland</p> <p>Einheit: m² pro Jahr</p> <p>Anmerkungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Siedlungs- und Verkehrsfläche: Aufgrund methodischer Änderungen in der amtlichen Flächenerhebung (Einführung Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) ab Berichtsjahr 2016) sind die Ergebnisse ab 2016 nur eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar (Zeitreihenbruch). Es handelt sich um den nach Einwohnerinnen und Einwohnern gewichteten gleitenden Vierjahresdurchschnitt der ländlichen und nicht ländlichen Räume.
Quelle der Abbildung(en)	Destatis 2023b

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-9

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Grünlandfläche
Kennziffer/-code	k. A.
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Umweltindikatoren des UBA
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2022b): Indikator: Grünlandfläche. Umweltindikatoren. https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-gruenlandflaeche (13.03.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ▶ Ziele der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt: <ul style="list-style-type: none"> ○ „Bis 2020 sind wesentliche Teile der heute intensiv genutzten Niedermoores extensiviert und weisen nur noch Grünlandnutzung auf. Typische Lebensgemeinschaften entwickeln sich wieder.“ (BMUB 2007; S. 37) ○ „Bis 2015 nimmt der Flächenanteil naturschutzfachlich wertvoller Agrarbiotope (hochwertiges Grünland, Streuobstwiesen) um mindestens zehn Prozent gegenüber 2005 zu.“ (BMUB 2007; S. 47)
Betreuende Institution	Umweltbundesamt – UBA
Frequenz der Aktualisierung	k. A.
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Daten zur Umwelt des UBA: Grünlandfläche (Hier wird exakt der gleiche Indikator verwendet wie in den Umweltindikatoren des UBA.), Link: Bericht ▶ Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel: BO-R-2 Dauergrünlandfläche (Der Indikator zeigt die absolute Fläche mit Dauergrünlandnutzung sowie den Flächenanteil des Dauergrünlands an der landwirtschaftlich genutzten Fläche.) Link: Indikator ▶ Klimawandelmonitoring Brandenburg: B-4 Dauergrünlandflächen (Abgebildet wird die Dauergrünlandfläche (in ha) in Brandenburg von 2000 bis 2019.), Link: Bericht
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Deutschland
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich, seit 1991
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Abgebildet wird die Gesamtfläche des Dauergrünlands in Deutschland sowie dessen Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche.
Bewertung des Indikatorwerts	Es findet eine textliche Bewertung statt.

Datengrundlage

Datenquelle(n)

Bodennutzungshaupterhebung, Destatis

Art der Daten

(Mehrfachnennungen sind möglich)

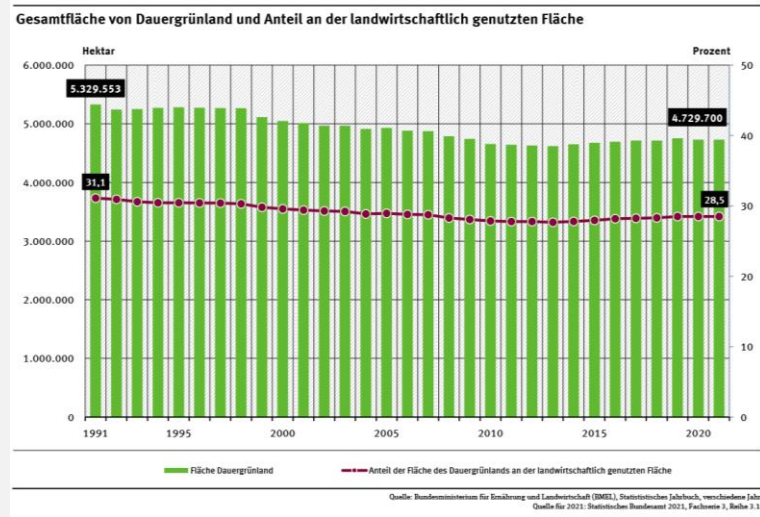
- ☒ Gemessene Daten
- ☐ Modellierte Daten
- ☐ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Die Daten entstammen einem bundesweiten Erhebungsprogramm. Präsentiert wird ein aggregierter Wert für Deutschland.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



Quelle der Abbildung(en)

UBA 2022b

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-10

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Waldflächenanteil und Waldfläche absolut
Kennziffer/-code	36
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Bayerisches Landesamt für Statistik [Hrsg.] (2021): Indikatorenbericht zur nachhaltigen Entwicklung in Bayern. Ausgabe 2021. https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroeffentlichungen/2021_indikatorenbericht_nachhaltigkeit.pdf (20.02.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ► Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der UN ► Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie ► EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 Ziel: „Anpflanzung von mindestens 3 Mrd. neuen Bäumen in der EU bis 2030 unter uneingeschränkter Achtung der ökologischen Grundsätze“ (Europäische Kommission 2020a; S. 11) ► EU-Waldstrategie für 2030 Ziel: „unter uneingeschränkter Achtung der ökologischen Grundsätze bis 2030 mindestens 3 Milliarden zusätzliche Bäume an[...]pflanzen“ (Europäische Kommission 2021b; S. 18)
Betreuende Institution	Bayerisches Landesamt für Statistik
Frequenz der Aktualisierung	k. A.
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint	<ul style="list-style-type: none"> ► Klimawandelmonitoring Brandenburg: F-6 Waldfläche und nachhaltige Forstwirtschaft (Dargestellt wird die gesamte Waldfläche und die nach PEFC und FSC zertifizierte Waldfläche in Brandenburg und die Waldfläche je Einwohner*in in ha von 2006 bis 2018.), Link: Bericht ► Monitoring on progress towards the SDGs in an EU context: SDG_15_10 (online) Share of forest area (Der Indikator bildet den prozentualen Anteil der Waldfläche an der Landesfläche ab.), Link: Bericht
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input checked="" type="checkbox"/> Klimaschutz
Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Bayern
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	Jahre 1992, 1996, 2000, 2004, ab 2008 jährlich
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator zeigt die Entwicklung der der absoluten Fläche des Waldes in ha sowie den prozentualen Anteil der Waldflächen an der Gesamtfläche Bayerns in den Jahren 1992 bis 2019.
Bewertung des Indikatorwerts	Keine Bewertung

Datengrundlage

Datenquelle(n)

Amtliche Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung, Bayerisches Landesamt für Statistik

Art der Daten

(Mehrfachnennungen sind möglich)

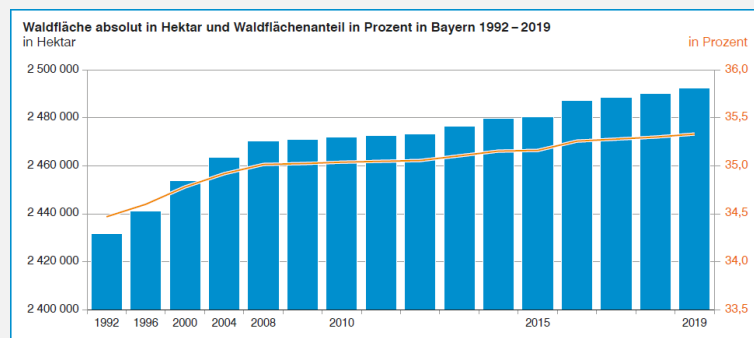
- ☒ Gemessene Daten
- ☐ Modellierte Daten
- ☐ Fernerkundungsdaten

Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation

Es werden landesweite Daten verwendet, die einheitlich vom Landesamt für Statistik erhoben werden.

Abbildung(en)

Abbildung(en)



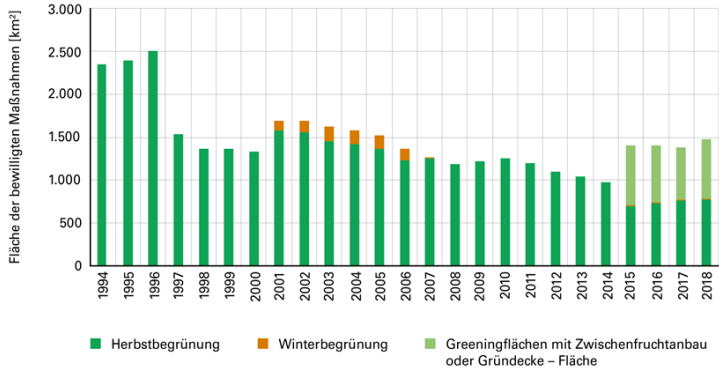
Quelle der Abbildung(en)

Bayerisches Landesamt für Statistik 2021; S. 91

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

Indikator-Steckbrief LN-11

Allgemeine Informationen	
Bezeichnung des Indikators	Bodenpflegende Landbewirtschaftung
Kennziffer/-code	R-BO-1
Bezeichnung des Indikatorensystem oder Inventars	Monitoring zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg
Veröffentlichung(en) inkl. URL	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [Hrsg.] (2020): Monitoringbericht 2020 zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg. https://pd.lubw.de/10182 (17.01.2023)
Kontext, in dem berichtet wird / Bezug zum Strategiepapier (inkl. Angabe eines quantifizierten oder auf ein bestimmtes Jahr ausgerichteten Ziels, falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> ► Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg ► Nachhaltigkeitsstrategie für den Freistaat Sachsen ► „Vom Hof auf den Tisch“ – eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem (EU) ► EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 ► Soil Thematic Strategy der EU
Betreuende Institution	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg – LUBW
Frequenz der Aktualisierung	alle 5 Jahre
Andere Indikatorensysteme, in denen der Indikator in vergleichbarer Weise erscheint (inkl. Bezeichnung des Indikators und Kennziffer / Code)	<ul style="list-style-type: none"> ► Nachhaltigkeitsindikatoren Sachsen: Anwendung erosionsmindernder Bodenbearbeitungsverfahren (Dargestellt wird für das Jahr 2010 der Flächenanteil der Ackerfläche mit konservierender Bodenbearbeitung oder Direktsaat sowie jener mit konventioneller Bodenbearbeitung.), Link: Bericht ► Agrarumwelt-Indikatoren der EU: Soil cover (Der Indikator zeigt unter anderem den prozentualen Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche, der im Winter bedeckt ist (beispielsweise mit Wintergetreide, Zwischenfrüchten oder mehrjährigen Pflanzen).), Link: Indikator ► Soil Quality Dashboard der Europäischen Kommission: Share of agriculture land under contracts to improve soil (Der Indikator bildet den prozentualen Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche ab, der unter Bewirtschaftungsverträgen zur Verbesserung der Bodenbewirtschaftung und/oder zum Verhindern von Bodenerosion steht.), Link: Dashboard, Factsheet (S. 16ff) ► Performance monitoring and evaluation framework (PMEF) der Europäischen Kommission: R.19^{PR} Improving and protecting soils (Der Indikator zeigt den prozentualen Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche, der unter Bewirtschaftungsverträgen zur Verbesserung der Bodenbewirtschaftung in Hinblick auf die Bodenqualität und das Bodenleben steht.), Link: Factsheet (S. 30)
Thematische Einordnung	
Themenfeld	Landnutzung
Kontext Klima	<input type="checkbox"/> Klimawandelfolgen <input checked="" type="checkbox"/> Klimawandelfolgenanpassung <input type="checkbox"/> Klimaschutz

Generierung des Indikators	
Räumlicher Bezug	Baden-Württemberg
Frequenz der dargestellten Indikatorwerte	jährlich
Kurzbeschreibung, Ermittlung des Indikatorwerts	Der Indikator bildet die Fläche der bewilligten Maßnahmen von Agrarumweltprogrammen zur bodenpflegenden Landbewirtschaftung in km ² ab. Dargestellt sind Flächen mit Herbstbegrünung, Winterbegrünung sowie Greeningflächen mit Zwischenfruchtanbau oder Gründecke.
Bewertung des Indikatorwerts	keine
Datengrundlage	
Datenquelle(n)	Förderdatenbanken MEKA bzw. FAKT sowie Meldedaten Greeningfläche nach § 31 DirektZahlDurchfV, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
Art der Daten (Mehrfachnennungen sind möglich)	<input checked="" type="checkbox"/> Gemessene Daten <input type="checkbox"/> Modellierte Daten <input type="checkbox"/> Fernerkundungsdaten
Angaben zum Grad der Standardisierung und Aggregation	Es werden für Baden-Württemberg aggregierte Daten gezeigt, die einheitlichen Datenquellen entstammen.
Abbildung(en)	
Abbildung(en)	 <p>R-BO-1 Zwischenfruchtanbau Datenquelle: Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (Förderdatenbanken MEKA bzw. FAKT, Meldedaten Greeningfläche nach § 31 DirektZahlDurchfV)</p>
Quelle der Abbildung(en)	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und LUBW 2020; S. 79

(zurück zum Überblick über die recherchierten Indikatoren)

B Anhang zu den bodenbezogenen politischen Zielen

B.1 Gesamtüberblick über die in den einzelnen Strategiepapieren formulierten bodenbezogenen politischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland und der EU

Tabelle 14: Überblick über die in den einzelnen Strategiepapieren formulierten bodenbezogenen politischen Zielen der Bundesrepublik Deutschland und der EU (Einzelziele)

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt				
1	Bis 2010 ist der Rückgang der Biodiversität gemäß dem EU-Ziel von Göteborg in Deutschland aufgehalten. Danach findet eine positive Trendentwicklung statt.	BMUB 2007; S. 26	2010	BB – Qualitätsziel
2	Heute noch bestehende natürlich wachsende Hochmoore sind bis 2010 gesichert und befinden sich in einer natürlichen Entwicklung	BMUB 2007; S. 37	2010	LN – Handlungs- und Qualitätsziel
3	Die Regeneration gering geschädigter Hochmoore ist bis 2010 eingeleitet mit dem Ziel, intakte hydrologische Verhältnisse und eine moortypische, oligotrophe Nährstoffsituation zu erreichen. In regenerierbaren Niedermooren ist der Torfschwund signifikant reduziert. Moore wirken wieder als Nährstoff- und CO ₂ -Senke.	BMUB 2007; S. 37	2010	LN – Handlungs- und Qualitätsziel
4	Bis 2020 sind wesentliche Teile der heute intensiv genutzten Niedermoore extensiviert und weisen nur noch Grünlandnutzung auf. Typische Lebensgemeinschaften entwickeln sich wieder.	BMUB 2007; S. 37	2020	BB/LN – Handlungs- und Qualitätsziel
5	Bis zum Jahre 2020 kann sich die Natur auf mindestens zwei Prozent der Landesfläche Deutschlands wieder nach ihren eigenen Gesetzmäßigkeiten entwickeln, beispielsweise in Bergbaufolgelandschaften, auf ehemaligen Truppenübungsplätzen, an Fließgewässern, an den Meeresküsten, in Mooren und im Hochgebirge.	BMUB 2007; S. 40	2020	LN – Qualitätsziel
6	Ausrichtung der Liegenschaftspolitik des Bundes auf das Ziel der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme auf 30 Hektar pro Tag bis zum Jahr 2020. Langfristig sollte es dem Bund gelingen, die tatsächliche Neuinanspruchnahme von Flächen weitgehend durch die erneute Nutzung vorhandener Flächen zu ersetzen.	BMUB 2007; S. 44	2020	LN – Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
7	Bis zum Jahre 2020 ist die Biodiversität in Agrarökosystemen deutlich erhöht. Bis 2015 sind die Populationen der Mehrzahl der Arten (insbesondere wildlebende Arten), die für die agrarisch genutzten Kulturlandschaften typisch sind, gesichert und nehmen wieder zu.	BMUB 2007; S. 47	2020	BB – Qualitätsziel
8	Bis 2015 nimmt der Flächenanteil naturschutzfachlich wertvoller Agrarbiotop (hochwertiges Grünland, Streuobstwiesen) um mindestens zehn Prozent gegenüber 2005 zu. 2010 beträgt in agrarisch genutzten Gebieten der Anteil naturnaher Landschaftselemente (zum Beispiel Hecken, Raine, Feldgehölze, Kleingewässer) mindestens fünf Prozent.	BMUB 2007; S. 47	2015	LN – Qualitätsziel
9	Von GVO [gentechnisch veränderten Organismen] geht auch in Zukunft keine Gefährdung für die biologische Vielfalt, insbesondere in Schutzgebieten, aus.	BMUB 2007; S. 47		BB – Qualitätsziel
10	Die Böden als Träger der natürlichen Funktionen bleiben langfristig in ihrer Funktionsfähigkeit erhalten. Dem trägt die gute fachliche Praxis der Bodennutzung Rechnung. Bis 2050 sind Altlasten weitgehend saniert.	BMUB 2007; S. 49	2050	BS/LN – Handlungs- und Qualitätsziel
11	Bis zum Jahre 2020 beträgt die zusätzliche Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr maximal 30 Hektar pro Tag. Im Idealfall sollte es langfristig gelingen, die tatsächliche Neuinanspruchnahme von Flächen weitgehend durch die erneute Nutzung vorhandener Flächen zu ersetzen.	BMUB 2007; S. 51	2020	LN – Handlungsziel
12	Bis 2015 werden auch raum- und gebietsbezogene Reduktionsziele erarbeitet.	BMUB 2007; S. 51	2015	LN – Handlungsziel
13	Bis zum Jahre 2020 werden die Belastungswerte (critical loads und levels) für Versauerung, Schwermetall- und Nährstoffeinträge (Eutrophierung) und für Ozon eingehalten, so dass auch empfindliche Ökosysteme nachhaltig geschützt sind.	BMUB 2007; S. 54	2020	BS – Qualitätsziel
14	Persistente organische Schadstoffe – so genannte POP – werden soweit als möglich aus dem Handel und aus der Anwendung genommen und durch weniger persistente, weniger bioakkumulierende und weniger toxische Stoffe ersetzt.	BMUB 2007; S. 54		BS – Handlungsziel
15	Ab 2020 werden die bewirtschaftungsbedingten Schadstoffeinträge in land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden, zum Beispiel durch weitere Verschärfung der Grenzwerte des Düngemittelrechts, zurückgeführt.	BMUB 2007; S. 54	2020	BS – Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel				
16	Um negative Effekte durch Veränderungen in der Boden- und Humusbildung und damit der C-Sequestrierung zu verringern, sind standortangepasste Landnutzungsstrategien erforderlich [...]. Landwirtschaftliches Handeln im Rahmen der guten fachlichen Praxis berücksichtigt auch den Bodenschutz .	Die Bundesregierung 2008; S. 25		BS/LN – Handlungsziel
17	Klimatisch bedingte Änderungen im System Boden haben direkte Auswirkungen auf natürliche Produktionssysteme, den Wasserkreislauf (in qualitativer und quantitativer Hinsicht) sowie die biologische Vielfalt. Zugleich tragen alle aktuellen präventiven Maßnahmen der Verringerung bzw. Vermeidung der Bodenerosion, der schadhafte Bodenverdichtung sowie der Erhalt der organischen Substanz zum Schutz der ökologischen Leistungsfähigkeit der Böden bei und sind geeignete Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.	Die Bundesregierung 2008; S. 25		BS/BU – Handlungs- und Qualitätsziel
18	Es ist erforderlich, den Bodenschutz im Hinblick auf die Gefahren der Erosion und des Rückgangs der Humusgehalte , v. a. auch in hydromorphen Böden zu intensivieren.	Die Bundesregierung 2008; S. 25		BS/BU – Handlungsziel
19	Im Sinne einer integrierten Herangehensweise sollten Bund und Länder integrative Maßnahmen prüfen und ergreifen, die Synergien zwischen Naturschutz, Klimaschutz und Anpassung nutzen und die Biodiversität erhalten . Dies ist beispielsweise möglich[,] wenn Maßnahmen die Speicherfunktion von Feuchtgebieten für Kohlenstoff sowie deren Pufferfunktion für Folgen von Extremereignissen auf den Wasserhaushalt nutzen.	Die Bundesregierung 2008; S. 26		BB/LN – Handlungsziel
20	Bund und Länder sollten die Ergebnisse der Klima(folgen)forschung einschließlich deren Unsicherheiten aus Gründen der Vorsorge stärker in Programmen und Instrumenten des Naturschutzes (u. a. Artenschutz-, Biotopschutz-, Gebietsschutz- und Vertragsnaturschutzprogrammen) berücksichtigen. Dabei sind erwartete klimabedingte Veränderungen in der Gefährdungssituation von Arten und die Erreichbarkeit von Zielen einzubeziehen. Unter anderem sind diese Ergebnisse und Analysen auch zur Bewertung von Eingriffen und für die Gestaltung von Ausgleichsmaßnahmen wichtig.	Die Bundesregierung 2008; S. 27		BB/LN – Handlungsziel
21	Für stark durch Klimawandel gefährdete Arten[...] sollten gleichzeitig andere vorhandene Gefährdungsursachen und beeinträchtigende Nutzungsformen ihrer Biotope verringert werden. Die Erhaltung ausreichend großer Bestände mit einer entsprechenden genetischen Vielfalt ist eine wichtige Voraussetzung für Anpassungsprozesse.	Die Bundesregierung 2008; S. 27		BB/LN – Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
22	Beispiel Feuchtgebiete: Hier müssen die Auswirkungen regional zunehmender Sommertrockenheit und steigender Temperaturen verringert werden. Dies kann insbesondere durch die Erarbeitung und Umsetzung von Konzepten und Programmen erreicht werden, die Feuchtgebiete regenerieren und hydrologische Verhältnisse von Mooren stabilisieren sowie die Entwässerung im Grünland reduzieren .	Die Bundesregierung 2008; S. 27		BB/LN – Handlungsziel
23	Das Ziel, die Nutzung erneuerbarer Energien zur Begrenzung des Klimawandels auszuweiten, muss unter Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien v. a. zur Vermeidung negativer Auswirkungen auf Natur und Landschaft verfolgt werden. Die Attraktivität von Agrarumwelt- und Vertragsnaturschutzprogrammen im Vergleich zu anderen Nutzungsoptionen ist zu erhalten. Vor dem Hintergrund der Ausweitung des Anbaus von Energiepflanzen ist es besonders wichtig, dass empfindliche Biotop- und Vorranggebiete für den Naturschutz bei der Standortwahl berücksichtigt werden.	Die Bundesregierung 2008; S. 28		BB/LN – Handlungsziel
24	Die Landschaftsplanung sollte zukünftig verstärkt die Dynamik und die Veränderungen in Natur und Landschaft durch den Klimawandel vorausschauend berücksichtigen. Ziel muss es sein, Anpassungsoptionen sowie flexible Entwicklungsmöglichkeiten von Natur und Landschaft zu unterstützen. Wenn in der überörtlichen Landschaftsplanung Vorgaben zur Vermeidung negativer Auswirkungen von Eingriffen in Ökosysteme gemacht werden, sollten bei der Beurteilung möglicher Eingriffsfolgen auch die – zukünftigen – ökologischen und räumlichen Folgen des Klimawandels beachtet werden. Mit Hilfe der kommunalen Landschaftsplanung und Eingriffsregelung sollten klimarelevante Funktionen von Natur und Freiräumen im Siedlungsbereich stärker berücksichtigt werden. Dies gilt auch im Zusammenhang mit der baulichen Nachverdichtung und der Innenentwicklung.	Die Bundesregierung 2008; S. 28		BB/LN – Handlungsziel
25	Bund und Länder sollten bei der Entwicklung von an den Klimawandel angepassten landwirtschaftlichen Nutzungssystemen und Nutzungsmethoden die Erhaltung der Agrobiodiversität auch unter veränderten Rahmenbedingungen gewährleisten. Durch die Anwendung und Weiterentwicklung geeigneter Bewirtschaftungssysteme sollte angestrebt werden, die Synergien zwischen Landwirtschaftlicher [sic] Erzeugung, Naturschutz, Bodenschutz, Gewässerschutz und Klimaschutz zu verbessern .	Die Bundesregierung 2008; S. 28		LN – Handlungsziel
26	Im Hinblick auf mögliche Auswirkungen des Klimawandels und den Erhalt der Anpassungsfähigkeit sollte darüber hinaus der Beitrag (Eigenschaften und ökologische Zusammenhänge) der Agrobiodiversität analysiert und bewertet werden – mit dem Ziel sie zu erhalten und zu stärken .	Die Bundesregierung 2008; S. 30		BB – Handlungs- und Qualitätsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
27	Ein wirksames ergänzendes Mittel zur Vermeidung von Hochwasser (und gleichzeitigem Beitrag zur Grundwasserneubildung) ist die ausreichende, dezentrale Niederschlagversickerung im gesamten Einzugsbereich der Flüsse. Die Raumordnung kann durch eine Reduzierung der Neuinanspruchnahme von Freiflächen für Siedlung und Infrastruktur , die planerische Unterstützung von Rückbau und Entsiegelung sowie Renaturierung und Wiederaufforstung geeigneter Flächen und das Hinwirken auf eine angepasste landwirtschaftliche Nutzung die Verbesserung der Versickerungsmöglichkeiten weiter vorantreiben.	Die Bundesregierung 2008; S. 43		LN – Handlungsziel
28	Die Raumordnung sollte durch entsprechende Vorsorgemaßnahmen den spezifischen Risiken in Berggebieten entgegenwirken . Berggebiete wie der Alpenraum sind komplexe Ökosysteme, die auf klimatische Veränderungen besonders empfindlich reagieren. Gleichzeitig sind Berggebiete wichtige Lebens-, Kultur- und Wirtschaftsräume. Die erwartete Zunahme von Extremwittersituationen und deren Folgen wie Muren, Felsstürze, Bodenerosion etc. verdeutlichen, wie wichtig daher eine planerische Vorsorge ist.	Die Bundesregierung 2008; S. 43		BU/LN – Handlungsziel

Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland

29	Zentrale-Orte-Systeme konsequent anwenden: Damit gewährleisten die Zentralen-Orte-Systeme der Länder unter wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Gesichtspunkten Vorteile für [...] die Umwelt: durch weniger Verkehr und Flächeninanspruchnahme [...].	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 16		LN – Handlungsziel
30	Den zunehmenden räumlichen Nutzungskonflikten soll die Raumordnung durch frühzeitige fachübergreifende Koordination und Kommunikation begegnen. Ein besonderes Augenmerk soll auf den Ressourcenschutz, die Entwicklung von Kulturlandschaften, die Reduzierung der Flächenneuinanspruchnahme, den Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze sowie auf die Anpassung der Raumfunktionen und -nutzungen an den Klimawandel gelegt werden. (Leitbild: Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln)	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 22		LN – Handlungsziel
31	Durch angepasste Landnutzungen und den Schutz vor vermeidbaren Beeinträchtigungen werden die nachhaltige Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen, die langfristige Nutzbarkeit der natürlichen Ressourcen wie Boden, Wasser, Luft, biologische Vielfalt und damit die Lebensqualität und Versorgung der Bevölkerung auch für zukünftige Generationen gewährleistet. (Leitbild: Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln)	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 22		LN – Handlungs- und Qualitätsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
32	Großräumige Freiraumverbünde schaffen: Um den hochwertigen Freiraum in seiner Bedeutung für Land- und Forstwirtschaft, für Biodiversität und Biotopverbund, die Ökologie, Siedlungsgliederung und Erho[l]ung zu erhalten, sollen durch eine landes- und regionalplanerische Sicherung – auch über Landesgrenzen hinweg – großräumige Freiraumverbünde geschaffen werden. In dicht besiedelten Gebieten sollen hochwertige Freiräume in den Freiraumverbund integriert und aufgewertet werden. Gegebenenfalls sollen hier auch Freiräume zurück gewonnen werden, um durchgängige Grünverbindungen zu entwickeln, in überflutungsgefährdeten Gebieten die Schadenspotentiale zu mindern oder Gebiete mit wertvollen Böden nachhaltig zu schützen.	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 23		LN – Handlungsziel
33	Flächenneuinanspruchnahme reduzieren: Die Raumordnung von Bund und Ländern, raumrelevante Fachpolitiken und die kommunale Bauleitplanung sollen maßgeblich dazu beitragen, die Inanspruchnahme neuer Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke bis zum Jahr 2020 deutlich zu reduzieren und auf das Notwendige zu begrenzen (die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung hat bis 2020 eine Reduzierung der Flächenneuinanspruchnahme auf 30 ha/Tag zum Ziel). Dazu sollen Maßnahmen und vorhandene sowie neue Instrumente zur Stärkung der Innenentwicklung verstärkt genutzt werden. Die Wiedernutzung bereits erschlossener Flächen trägt zur Reduzierung von Infrastrukturfolgekosten bei. Quantitative und räumliche Beschränkungen der Siedlungsflächenentwicklung dienen der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und dem Schutz des Freiraums, wertvoller Böden und deren land- und forstwirtschaftlicher Nutzung.	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 25		LN – Handlungsziel
34	Nutzung von Bodenschätzen und sonstige unterirdische Nutzungen nachhaltig steuern: Der Abbau von Rohstoffen soll auch in Zukunft mit konkurrierenden Nutzungsansprüchen, wie etwa der Siedlungsentwicklung oder der Gestaltung von Kulturlandschaften, abgestimmt und auf geeigneten Flächen durch Raumordnungspläne gesichert werden. Zum Schutz der Naturgüter und für die raumverträgliche Nutzung standortgebundener Bodenschätze bedarf es weiterhin einer vorsorgenden räumlichen und zeitlichen Koordination.	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 26		LN – Handlungsziel
35	Schutz in Berggebieten: Durch die Raumordnung ist eine Unterstützung für den Schutz des empfindlichen Lebensraumes der Alpen und der Bevölkerung vor Naturgefahren unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungsmöglichkeiten für die Wirtschaft und Bevölkerung auf der Grundlage der von der Fachplanung entwickelten Hinweiskarten und Managementpläne (z. B. Gefahrenhinweiskarten, Lawinenhinweiskarten, Risikomanagementpläne für Wildbäche) notwendig.	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 31		BU/LN – Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
36	Umgang mit Wasserknappheit: Im Mittelpunkt stehen die verstärkte Sicherung von Wasserressourcen (Reservegebiete), die Erhöhung der Grundwasserneubildung und Weiterverwendung von aufbereitetem Brauchwasser, die Unterstützung des Erhalts bzw. der Verbesserung des Wasserhaushaltes der Böden und sorgsamer Umgang mit stark wasserverbrauchenden Nutzungen.	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 31f.		BW – Handlungsziel
37	Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Kohlenstoff-Bindungspotenziale: Natürliche Kohlenstoffsenken sind Ökosysteme wie Wälder, Moore (Hoch- und Niedermoores) und Feuchtgebiete, die der Atmosphäre mehr Kohlenstoff entziehen und speichern können als sie in Form von CO ₂ [sic] oder Methan abgeben. Der Erhaltung und der Wiederherstellung solcher Gebiete mit hohem Kohlenstoff-Bindungspotenzial, insbesondere der großräumigen Mooregebiete, – auch mit raumordnerischen Instrumenten – kommt daher für den Klimaschutz große Bedeutung zu. Des Weiteren können raumordnerische Vorgaben zur Verringerung der Inanspruchnahme kohlenstoffhaltiger Böden die natürliche Kohlenstoff-Bindung unterstützen. Synergien zwischen Klimaschutz und Anpassungsstrategien an die Folgen des Klimawandels in den Bereichen Naturschutz, Erhaltung der Biodiversität, Verbesserung des Wasserhaushaltes und der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und damit der Nahrungsmittelproduktionsgrundlage sollen verstärkt genutzt werden. Für vorübergehende Nutzungswidersprüche sind frühzeitig Anpassungsstrategien zu entwickeln.	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 32		BS/LN – Handlungsziel
38	Ausbau der erneuerbaren Energien und der Netze steuern: Die Raumordnung wird die Raumverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien, insbesondere für die Windenergienutzung, sichern. Unter Berücksichtigung eines zeitlich gestuften Ausbaus, der Möglichkeiten angepasster Mehrfachnutzung und des Repowerings sowie der möglichst verbrauchsnahe Erzeugung wirkt sie auf eine konfliktminimierte Standort- und Flächeninanspruchnahme und auf eine Minimierung des Netzausbaubedarfes hin.	Geschäftsstelle der Ministerkonferenz für Raumordnung im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016; S. 36		LN – Handlungsziel
Rohstoffstrategie der Bundesregierung				
39	Darüber hinaus soll die Fortschreibung der Rohstoffstrategie dazu beitragen, in der Gesellschaft ein verstärktes Bewusstsein für den Bedarf sowie die damit einhergehenden Folgen für Mensch und Umwelt zu entwickeln.	BMWi 2019; S. 11		themenfeldübergereordnetes Qualitätsziel
40	Dabei strebt die Bundesregierung an, zukünftig der Substitution von Primärrohstoffen durch Sekundärrohstoffe einen möglichst breiten Raum zu geben.	BMWi 2019; S. 12		LN – Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
41	Die Bundesregierung setzt sich daher dafür ein, dass die Rohstoffgewinnung in Deutschland gestärkt wird. Dies gilt insbesondere auch vor dem Hintergrund der regionalen Verknappung von wichtigen Baurohstoffen.	BMWi 2019; S. 14		LN – Handlungsziel
42	Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung unter ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten hohe Standards im Bergbau europaweit und international weiter zu etablieren.	BMWi 2019; S. 15		LN – Handlungsziel
43	Bei der Verankerung von Rohstoffvorkommen in Regional- und Landesplänen sollten länderübergreifende rohstoffspezifische Bedarfe berücksichtigt werden. Vor dem Hintergrund regionaler Versorgungsengpässe bei einigen Baurohstoffen ist die Bundesregierung bereit, die Bundesländer bei der Erkundung und Sicherung dieser Rohstoffquellen zu unterstützen. Ein entsprechendes Programm soll dazu dienen, heimische Rohstoffvorkommen von besonderer Bedeutung für den Erhalt und den Aufbau industrieller Wertschöpfungsketten in Deutschland zu erkunden und zu sichern.	BMWi 2019; S. 17		LN – Handlungsziel
44	Die Bundesregierung unterstützt die Bundesländer bei der Transformation von Bergbauregionen wie z. B. der von ehemaligen Kohlegewinnungsgebieten. Neben dem Schutz von Mensch und Umwelt steht dabei auch der strukturelle Wandel der Regionen im Fokus.	BMWi 2019; S. 17		LN – Handlungsziel
45	Die Zusammenhänge zwischen heimischer Rohstoffproduktion, Wertschöpfung in Deutschland und der Vielzahl der daraus entstehenden Produkte des Alltags, der Infrastruktur und Zukunftstechnologien, aber auch die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf Umwelt und Klima müssen stärker dargestellt und der Öffentlichkeit vermittelt werden, um in Deutschland ein gesellschaftliches Verständnis für die Bedeutung der heimischen Bodenschätze zu schaffen.	BMWi 2019; S. 17f.		LN – Handlungsziel
46	Das BMU wird einen internationalen Prozess zur Erarbeitung eines internationalen Leitfadens zu ökologischen Sorgfaltspflichten in Rohstofflieferketten initiieren – in Analogie zum bestehenden OECD-Leitfaden für Rohstoffe aus Konfliktgebieten, da es bislang keinen OECD-Leitfaden Due Diligence zu Umweltschutzaspekten gibt. Der Leitfaden soll Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette dabei unterstützen, sich systematisch, kontinuierlich und transparent mit den Umweltrisiken auseinanderzusetzen, die bei der Gewinnung sowie der Verarbeitung der Rohstoffe entlang der Lieferkette auftreten.	BMWi 2019; S. 30		LN – Handlungsziel
47	Wichtiges Ziel ist es, die Ausrichtung des Rohstoffsektors auf die nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) voranzutreiben und dabei sicherzustellen, dass Risiken des Bergbaus für Mensch und Umwelt minimiert werden.	BMWi 2019; S. 34		LN – Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
48	Die Bundesregierung wird im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit auch künftig die Ausgestaltung einer Rohstoffwirtschaft fördern, die Menschenrechte respektiert und Umwelt- und Sozialstandards einhält. Die Formalisierung des Kleinbergbaus, einschließlich der Förderung von Marktzugang, soll hierzu einen bedeutenden Beitrag leisten.	BMWi 2019; S. 35		LN – Handlungsziel
49	Die Einhaltung anspruchsvoller Umwelt- und Sozialstandards und die Kompatibilität der wirtschaftlichen Entwicklung mit den Anforderungen des Pariser Klimaabkommens und den SDGs sind ein zentrales Anliegen.	BMWi 2019; S. 35		LN – Handlungsziel
50	Die Bundesregierung wird sich weiterhin dafür einsetzen, dass die Rohstoffgewinnung von der Exploration bis nach der Schließung inkl. Nachsorgephase von Standorten umweltgerecht, ressourcenschonend und sozialverträglich gestaltet wird.	BMWi 2019; S. 35		LN – Handlungsziel

Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie – Weiterentwicklung 2021

51	<p>Der Bau- und Gebäudebereich ist mit seinen vor- und nachgelagerten Prozessen eng mit den Herausforderungen anderer Transformationsbereiche verbunden. Die Anforderungen an nachhaltiges Bauen umfassen die Energieeffizienz und Klimaneutralität, den Erhalt der Biodiversität, die Ressourcenschonung und Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen, die Reduzierung des Flächenverbrauchs, die nachhaltige Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen einschließlich der Einhaltung von Menschenrechten in der Lieferkette sowie die Sicherung von Gesundheit und Komfort von Nutzern. All diese Anforderungen müssen ressort- und sektorübergreifend angegangen werden.</p> <p>Gerade die Klimaneutralität und Ressourcenschonung dürfen nicht länger als fakultativer Zusatz zur erforderlichen Erfüllung technischer, funktionaler, gestalterischer, ökonomischer und städtebaulicher Anforderungen behandelt werden. Die Anforderungen an das nachhaltige Bauen müssen sämtliche Planungs- und Investitionsentscheidungen im Bau- und Gebäudebereich durchdringen. Die Erfassung, Bewertung und gezielte Beeinflussung von Energie- und Stoffströmen sowie von Wirkungen auf die lokale und globale Umwelt müssen in der Praxis des Planens, Bauens und Betreibens von Gebäuden und baulichen Anlagen verstärkt etabliert werden.</p>	Die Bundesregierung 2020; S. 56f.		LN – Handlungsziel
52	Es besteht die Herausforderung – auf internationaler, europäischer wie auf nationaler Ebene –, die ausreichende Versorgung mit einer Vielfalt an sicheren, erschwinglichen Lebensmitteln sowie eine gesundheitsförderliche Ernährung für alle Menschen weltweit zu sichern, gleichzeitig den Schutz der Umwelt	Die Bundesregierung 2020; S. 58		themenfeldübergereordnetes Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
	und des Klimas zu gewährleisten, die Haltung von Nutztieren zu verbessern, die Rechte der Erzeugerinnen und Erzeuger zu achten und ihre Arbeits- und Lebensbedingungen zu verbessern sowie die ländlichen Räume als attraktive Wirtschafts- und Lebensräume zu erhalten.			
53	Ein hohes Schutzniveau für Mensch und Umwelt stärkt gesundheitliche ebenso wie gesellschaftliche und wirtschaftliche Resilienz. Dies kann letztlich nur erreicht werden durch weitgehende Substitution schädlicher Stoffe bzw. durch Vermeidung des Austretens schädlicher Stoffe in die Umwelt.	Die Bundesregierung 2020; S. 59		BS – Handlungsziel
54	Auch auf internationaler Ebene räumt die Bundesregierung dem Ziel einer schadstofffreien Umwelt hohe Priorität ein.	Die Bundesregierung 2020; S. 60		BS – Qualitätsziel
55	Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern: Insbesondere sollen die Nachhaltigkeit der Ernährungssysteme sichergestellt sowie resiliente landwirtschaftliche Methoden angewandt werden, die Ökosysteme erhalten, Klimaänderungen standhalten, die Bodenqualität schrittweise verbessern (2.4) sowie die genetische Vielfalt bewahren, den Zugang zu diesen sicherstellen und Vorteilsausgleich gewähren (2.5).	Die Bundesregierung 2020; S. 138		themenfeldübergeordnetes Handlungs- und Qualitätsziel
56	Im Übermaß in die Umwelt eingetragener Stickstoff führt zur Belastung von Grund- und Oberflächenwasser, zur Überversorgung von Binnengewässern, Meeren und Landökosystemen mit Nährstoffen (Eutrophierung), zur Entstehung von Treibhausgasen und versauernden Luftschadstoffen mit negativen Folgen für Klima, Artenvielfalt und Landschaftsqualität. Für den Zeitraum 2028 bis 2032 soll im Mittel eine Verringerung der Stickstoffüberschüsse der Gesamtbilanz für Deutschland auf 70 Kilogramm je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche pro Jahr erreicht werden.	Die Bundesregierung 2020; S. 143	2028 bis 2032	BS – Handlungsziel
57	Ökologischer Landbau erhält und schont die natürlichen Ressourcen in besonderem Maße, hat vielfältige positive Auswirkungen auf Natur, Klima und Umwelt und dient der Erzeugung qualitativ hochwertiger Lebensmittel. Deshalb soll bis zum Jahr 2030 der Anteil landwirtschaftlicher Flächen unter ökologischer Bewirtschaftung 20 % betragen.	Die Bundesregierung 2020; S. 146	2030	LN – Handlungsziel
58	Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern: Darüber hinaus werden [...] sowie Todesfälle und Erkrankungen durch Chemikalien, Luft-, Wasser- und Bodenverunreinigungen (3.9) angesprochen.	Die Bundesregierung 2020; S. 150		BS – Qualitätsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
59	Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten: Einen weiteren Schwerpunkt zur Erreichung von SDG 11 legt die Bundesregierung auf die Realisierung einer ressourcenschonenden und inklusiven Infrastruktur. Unterziel 11.6 sieht vor, bis 2030 die von den Städten ausgehende Umweltbelastung pro Kopf zu senken.	Die Bundesregierung 2020; S. 266	2030	LN – Handlungsziel
60	Die Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke soll bis zum Jahr 2030 auf durchschnittlich unter 30 Hektar pro Tag begrenzt werden. Bis zum Jahr 2050 wird eine Flächenkreislaufwirtschaft angestrebt. Das heißt, es sollen netto keine weiteren Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke beansprucht werden.	Die Bundesregierung 2020; S. 271	2030 und 2050	LN – Handlungsziel
61	Freiraumflächen sollen für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung, als Kultur- und Naturlandschaften sowie als Erholungsräume erhalten bleiben. Daher soll der Rückgang der Freiraumflächen je Einwohnerin und Einwohner reduziert werden	Die Bundesregierung 2020; S. 273		LN – Handlungsziel
62	Der Indikator „Siedlungsdichte“ gibt Hinweise auf die Effizienz der Siedlungsflächennutzung. Ziel der Bundesregierung ist es, durch flächensparende Maßnahmen beim Neubau und bei der Innenentwicklung wie der Reduzierung von Wohnungs- und Gewerbeleerstand sowie Nachverdichtungen und Erhöhung der Baudichte der Verringerung der Siedlungsdichte entgegenzuwirken.	Die Bundesregierung 2020; S. 274		LN – Handlungsziel
63	Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen: nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen (12.2)	Die Bundesregierung 2020; S. 286		themenfeldübergeordnetes Handlungsziel
64	Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen: umweltverträglicher Umgang mit Chemikalien über deren gesamten Lebenszyklus (12.4),	Die Bundesregierung 2020; S. 286		BS – Handlungsziel
65	Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen: Bereitstellung der für Nachhaltigkeitsbewusstsein und eine nachhaltige Lebensweise erforderlichen Informationen (12.8)	Die Bundesregierung 2020; S. 286		themenfeldübergeordnetes Handlungsziel
66	Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der Biodiversität ein Ende setzen: SDG 15 strebt in einer Vielzahl von Unterzielen umfassend Schutz, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung von Ökosystemen an. Unterziel 15.1 nimmt die Erhaltung der Land- und Binnensüßwasser-Ökosysteme in den Blick, während 15.3 die Wüstenbildung sowie den Schutz der Bodenqualität und 15.4 die Bergökosysteme adressieren. [...] Mit den Unterzielen	Die Bundesregierung 2020; S. 327		themenfeldübergeordnetes Handlungs- und Qualitätsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
	15.5 bis 15.8 soll vor allem dem Verlust der biologischen Vielfalt begegnet werden [...]. Schließlich sollen Ökosystem- und Biodiversitätswerte in Entscheidungsprozesse einbezogen werden (15.9).			
67	Bis zum Jahr 2030 soll der Flächenanteil mit erhöhtem Stickstoffeintrag um 35 % gegenüber 2005 reduziert werden. Dies entspricht einer Senkung auf 50 % der bewerteten Fläche empfindlicher Ökosysteme.	Die Bundesregierung 2020; S. 336	2030	BS – Qualitätsziel
68	Gesunde Böden sind eine wesentliche, nicht bzw. schwer erneuerbare natürliche Ressource. Sie spielen eine Schlüsselrolle bei der Nahrungsmittelproduktion, der Verringerung der Auswirkungen häufiger und extremer Wetterereignisse, dem Erhalt der biologischen Vielfalt und der Bereitstellung wesentlicher Ökosystemleistungen. Ziel ist es daher, Deutschlands Beitrag für den internationalen Bodenschutz bis 2030 zu steigern.	Die Bundesregierung 2020; S. 338	2030	themenfeldübergeordnetes Handlungsziel
Nationale Bioökonomiestrategie				
69	Bioökonomische Lösungen für die Nachhaltigkeitsagenda entwickeln: Biodiversität schützen, erhalten und nutzen	BMBF und BMEL 2020; S. 16		BB – Handlungsziel
70	Ressourcenbasis der Wirtschaft nachhaltig ausrichten: Landwirtschaftlich nutzbare Böden schützen und Bodenfruchtbarkeit erhalten	BMBF und BMEL 2020; S. 16		themenfeldübergeordnetes Handlungs- und Qualitätsziel
Ackerbaustrategie 2035				
71	Die Bodenfruchtbarkeit einschließlich des Humusgehaltes sowie die funktionelle und strukturelle Bodenbiodiversität müssen weiter gestärkt und, wo möglich, verbessert werden, dabei ist auch die Düngewirkung vermehrt zugeführter organischer Substanz in den Boden zu beachten.	BMEL 2021a; S. 19		BS/BB – Handlungs- und Qualitätsziel
72	Um die Produktions- und Lebensraumfunktion des Bodens zu erhalten , müssen schädliche Einflüsse auf den Boden durch Erosion (Verlust an fruchtbarem Boden), Bodenschadverdichtung , Bodenversauerung und unerwünschte Einträge von Schadstoffen verringert werden.	BMEL 2021a; S. 20		BS/BU – Handlungs- und Qualitätsziel
73	Ein standortgerechter Humusgehalt ist durch Zufuhr und Einarbeitung von organischen Düngern und Ernterückständen sowie den Anbau von Zwischenfrüchten zu erhalten und ggf. zu erhöhen. Bis 2030 ist ein standortgerechter Humusgehalt aller Ackerböden anzustreben.	BMEL 2021a; S. 20	2030	BS – Handlungs- und Qualitätsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
74	Die landwirtschaftlichen Flächenverluste in Deutschland durch Nutzungsänderungen zugunsten von z. B. Siedlung, Verkehr, Infrastruktur oder Naturschutz müssen reduziert werden. Der Vorrang der Ernährungssicherung muss gewahrt sowie wertvolle Naturräume bei ressourcenschonender Nutzung erhalten werden. Bis zum Jahr 2030 soll sich die Flächeninanspruchnahme auf unter 30 Hektar pro Tag verringern und bis 2050 das Ziel Netto-Null (Flächenkreislaufwirtschaft) erreicht werden.	BMEL 2021a; S. 20	2030 und 2050	LN – Handlungsziel
75	Boden ist eine Ressource und stellt damit ein gesellschaftliches wie auch privates Vermögen dar. Spekulativen Entwicklungen und Tendenzen auf dem Bodenmarkt ist mit rechtlich-regulatorischen Instrumenten zu begegnen. Ziele auf dem Bodenmarkt sind die Förderung einer breiten Streuung des Bodeneigentums und der wirksame Vorrang von Landwirtinnen und Landwirten beim Flächenerwerb.	BMEL 2021a; S. 20		LN – Handlungsziel
76	Zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit, insbesondere auch zur Erhaltung der Bodenstruktur, ist die Erhaltung optimaler pH-Werte im Boden erforderlich. Die Einträge von Schadstoffen sind zu minimieren.	BMEL 2021a; S. 26		BS – Handlungs- und Qualitätsziel
77	Der Rückgang der Artenzahl in der Agrarlandschaft muss aufgehalten und die Artenvielfalt wieder erhöht werden. Ökosystem- und Strukturvielfalt trägt dazu bei. Dieses Potenzial gilt es, konsequent zu nutzen. Es sind vernetzte Lebensräume für Fauna und Flora herzustellen, beispielsweise durch Streifen mit insektenfreundlichen Pflanzen am Ackerrand und in der Fläche.	BMEL 2021a; S. 35		BB – Handlungs- und Qualitätsziel
78	Die im Ackerbau entstehenden umwelt- und klimarelevanten Emissionen müssen minimiert werden. Hierbei spielen auch der Erhalt und die Speicherung von Kohlenstoff in landwirtschaftlichen Böden eine wichtige Rolle. Da Humus einen der größten terrestrischen Speicher für organischen Kohlenstoff darstellt, muss der Humusgehalt in organischen und mineralischen Böden erhalten und, wo sinnvoll und möglich, weiter aufgebaut werden.	BMEL 2021a; S. 41		BS/LN – Handlungs- und Qualitätsziel
79	Für organische Böden sind Bewirtschaftungskonzepte erforderlich, die zu einer Reduktion von umwelt- und klimarelevanten Emissionen führen, z. B. durch freiwillige Wiedervernässung. Für die landwirtschaftlichen Betriebe sind entsprechende Ausgleichs- oder Fördermaßnahmen erforderlich.	BMEL 2021a; S. 41		LN – Handlungsziel
80	Auch die Bewirtschaftungspraktiken im Ackerbau müssen hinsichtlich ihrer Energieeffizienz weiterentwickelt werden, etwa durch Reduzierung der Bodenbearbeitungsgänge.	BMEL 2021a; S. 41		LN – Handlungsziel
81	Ferner soll auch der Ackerbau einen Beitrag zur Erreichung der Energie-, Umwelt- und Klimaziele leisten.	BMEL 2021a; S. 41		themenfeldübergeordnetes Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
Waldstrategie 2050				
82	2.1 Die biologische Vielfalt im Wald ist verbessert: Die biologische Vielfalt im Wald hat sich weiter verbessert. Hierzu gehören die naturnahe Waldbewirtschaftung, ein kleinräumig stark wechselndes Mosaik unterschiedlicher Waldflächen, die Rücksichtnahme auf Habitat- und Lebensraumstrukturen sowie der Verzicht auf nährstoffzehrende beziehungsweise bodenschädigende Nutzung.	BMEL 2021b; S. 26	2030	BB/LN – Handlungs- und Qualitätsziel
83	2.3 Ein Monitoring für Biodiversitätsentwicklung ist etabliert: Mit dem Ziel einer besseren Nachverfolgung der Biodiversitätsentwicklung im Wald und insbesondere von Waldnaturschutzmaßnahmen und einem auf höhere Effizienz ausgerichteten Einsatz von finanziellen Mitteln ist mit Berücksichtigung der Programme der Länder ein Monitoring der Biodiversitätsentwicklung im Wald etabliert. Dazu sind die bestehenden Inventuren evaluiert. Zielzustände zur Biodiversität und sogenannte Artenkörbe (im Sinne von Tier-, Pflanzen- und Pilzartengruppen) sind als Monitoring-Instrument entwickelt und abgestimmt. Damit lassen sich Fortschritte und bestehende Defizite beim Schutz der biologischen Vielfalt im Wald aufzeigen, um somit auch wichtige Grundlagen für die Planung, z. B. von Fördermaßnahmen, zu erhalten. Die Umsetzung von Natura 2000 und die Erfüllung von rechtsverpflichtenden Anforderungen, die aus der EU-Biodiversitätsstrategie abgeleitet werden, sind Bestandteile des Monitorings.	BMEL 2021b; S. 27	2030	BB – Handlungsziel
84	2.7 Externe Faktoren der Gefährdung der biologischen Vielfalt im Wald sind begrenzt: Die Bundesregierung hat gemeinsam mit den Ländern die Gefährdung für die biologische Vielfalt der Wälder durch Faktoren außerhalb des Clusters „Wald und Holz“, durch geeignete Instrumente begrenzt. Zu diesen Faktoren gehören der Klimawandel, die Einträge von Luftverunreinigungen und Nährstoffen oder die zunehmende Zerschneidung von zusammenhängenden Waldflächen durch waldferne Infrastrukturen (z. B. Straßenbau, Energietrassen) sowie wasserzehrende Eingriffe in den Wasserhaushalt der Wälder.	BMEL 2021b; S. 27	2030	themenfeldübergeordnetes Handlungsziel
85	5.1 Umwandlungen von Wald in andere Landnutzungsarten nehmen nicht zu: Flächenverbrauch und Fragmentierung durch Waldumwandlung bleiben auf dem gegenwärtigen niedrigen Niveau und nehmen nicht zu. Die entsprechenden Bestimmungen der Waldgesetze des Bundes und der Länder zum Schutz der Waldfläche sind weiterhin in Kraft und ggf. verstärkt, um dem zunehmenden Druck auf die Wälder durch Umwandlung in eine andere Nutzungsart effizient zu begegnen.	BMEL 2021b; S. 42	2030	BB/LN – Handlungs- und Qualitätsziel
86	5.2 Die Informationsgrundlage zu Waldböden ist ausgebaut: Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft hat gemeinsam mit den Waldbesitzenden und der Wissenschaft die Informationsgrundlage über die Gefährdung und Vitalisierung von Böden ausgebaut.	BMEL 2021b; S. 42	2030	themenfeldübergeordnetes Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
87	5.3 Der Bodenschutz im Wald ist gestärkt: Bei der Bewirtschaftung des Waldes werden Belange des Bodenschutzes verstärkt einbezogen und berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere die Walderschließung und Befahrung, den weitgehenden Verzicht auf Kahlschläge, den Verzicht auf überproportional nährstoffzehrende oder bodenschädliche Nutzungen (z. B. Vollbaumernte oder Rodung von Wurzelstöcken und den Erhalt von Totholz) sowie die Beachtung der Nährstoffnachhaltigkeit bei der Holzernte.	BMEL 2021b; S. 42	2030	LN – Handlungsziel
88	5.4 Schädliche Einträge in Waldböden sind reduziert: Atmosphärische Einträge von Stickstoff und Säuren, die die wichtigen Funktionen der Waldböden für die Vitalität der Wälder, den Klimaschutz und die Biodiversität gefährden, sind Schritt für Schritt reduziert worden. Die Bodenschutzkalkung wird als flankierende Maßnahme zur Abmilderung von Säureeinträgen weiterhin gefördert.	BMEL 2021b; S. 42	2030	BS– Handlungs- und Qualitätsziel
89	5.6 Forstliche Entscheidungen berücksichtigen verstärkt die Bedeutung von Wasser: Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft unterstützt den verstärkten Einbezug der Aspekte „Landschaftswasserhaushalt“ und „Wasserrückhalt“ in forstbetriebliche, waldbauliche und walddpolitische Entscheidungen und ist wichtiger Bestandteil der Maßnahmenpläne zum Risikomanagement.	BMEL 2021b; S. 42	2030	BW – Handlungsziel
EU-Biodiversitätsstrategie für 2030				
90	Als Meilenstein soll sichergestellt werden, dass sich die biologische Vielfalt in Europa zum Wohle der Menschen, des Planeten, des Klimas und unserer Wirtschaft im Einklang mit der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung und den Zielvorgaben des Übereinkommens von Paris bis 2030 auf dem Weg der Erholung befindet .	Europäische Kommission 2020a; S. 3	2030	BB – Qualitätsziel
91	<u>Ein kohärentes Netz der Schutzgebiete:</u> Bedeutende Flächen anderer kohlenstoffreicher Ökosysteme wie Torfmoore, Grünland, Feuchtgebiete, Mangroven und Seegraswiesen sollten ebenfalls streng geschützt werden, wobei prognostizierte Verschiebungen von Vegetationsgebieten zu berücksichtigen sind.	Europäische Kommission 2020a; S. 5		BS/LN – Handlungsziel
92	<u>Stärkung des EU-Rechtsrahmens für die Wiederherstellung der Natur:</u> Ferner bedeutet dies, die Erholung der Natur zu unterstützen, die Bodenversiegelung und die Ausbreitung der Städte zu begrenzen und gegen Verschmutzung und invasive gebietsfremde Arten vorzugehen.	Europäische Kommission 2020a; S. 7		themenfeldübergeordnetes Handlungsziel
93	<u>Wiederherstellung der Natur auf landwirtschaftlich genutzte Flächen:</u> Diese Pläne sollten zu nachhaltigen Verfahren wie Präzisionslandwirtschaft, ökologischem/biologischem Landbau, Agrarökologie, Agroforstwirtschaft, Dauergrünland mit geringer Intensität und strengeren Tierschutzvorschriften führen.	Europäische Kommission 2020a; S. 8		themenfeldübergeordnetes Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
94	Um Wildtieren, Pflanzen, Bestäubern und natürlichen Schädlingsbekämpfern Platz zu bieten, ist es dringend erforderlich, mindestens 10 % der landwirtschaftlichen Fläche wieder mit Landschaftselementen mit großer Vielfalt zu gestalten. Dazu gehören unter anderem Pufferstreifen, Rotationsbrachen oder rotationsunabhängige Brachen, Hecken, nichtproduktive Bäume, Trockenmauern oder Teiche. Diese tragen dazu bei, die Kohlenstoffbindung zu verbessern, Bodenerosion und -verheerung zu verhindern, Luft und Wasser zu filtern und die Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen.	Europäische Kommission 2020a; S. 9		themenfeldübergeordnetes Handlungsziel
95	Die Agrarökologie kann gesunde Lebensmittel liefern und gleichzeitig die Produktivität aufrechterhalten, die Bodenfruchtbarkeit und die biologische Vielfalt steigern und den Fußabdruck der Lebensmittelherzeugung verringern. Insbesondere der ökologische/biologische Landbau birgt ein großes Potenzial sowohl für Landwirte als auch für Verbraucher. [...] Um dieses Potenzial bestmöglich nutzen zu können, müssen mindestens 25 % der landwirtschaftlichen Fläche der EU bis 2030 ökologisch/biologisch bewirtschaftet werden .	Europäische Kommission 2020a; S. 9		LN – Handlungsziel
96	<u>Eindämmung des Flächenverbrauchs und Wiederherstellung von Bodenökosystemen</u> : Daher ist es an der Zeit, die Anstrengungen zum Schutz der Bodenfruchtbarkeit, zur Verringerung der Bodenerosion und zur Erhöhung der organischen Substanz des Bodens zu verstärken. Dies sollte durch die Einführung nachhaltiger Bodenbewirtschaftungsverfahren, auch im Rahmen der GAP, geschehen. Erhebliche Fortschritte sind auch bei der Erfassung von Standorten mit kontaminierten Böden, der Wiederherstellung geschädigter Böden, der Festlegung der Bedingungen für ihren guten ökologischen Zustand, der Einführung von Wiederherstellungszielen und der Verbesserung der Überwachung der Bodenqualität erforderlich.	Europäische Kommission 2020a; S. 10		themenfeldübergeordnetes Handlungsziel
97	<u>Verringerung der Umweltverschmutzung</u> : Im Rahmen des Null-Schadstoff-Ziels der Kommission für eine schadstofffreie Umwelt soll eine neue EU-Nachhaltigkeitsstrategie für Chemikalien zusammen mit einem Null-Schadstoff-Aktionsplan für Luft, Wasser und Boden vorgelegt werden.	Europäische Kommission 2020a; S. 16		BS – Handlungsziel
98	Zudem wird sich die Kommission für das Ziel einsetzen, die Verschmutzung durch Stickstoff- und Phosphorströme aus Düngemitteln durch eine Verringerung der Nährstoffverluste um mindestens 50 % zu vermeiden, ohne dabei die Bodenfruchtbarkeit zu beeinträchtigen. Dies wird zu einer Verringerung des Einsatzes von Düngemitteln um mindestens 20 % führen.	Europäische Kommission 2020a; S. 16		BS – Handlungsziel
99	Nach einer Folgenabschätzung sollen 2021 die rechtlich verbindlichen Ziele der EU für die Wiederherstellung der Natur vorgeschlagen werden. Bis 2030 sollen bedeutende Gebiete mit geschädigten und	Europäische Kommission 2020a; S. 17	2021 und 2030	themenfeldübergeordnetes Handlungs- und Qualitätsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
	kohlenstoffreichen Ökosystemen wiederhergestellt werden, Lebensräume und Arten keine Verschlechterung der Erhaltungstendenzen und des Erhaltungszustands aufweisen und mindestens 30 % dieser Lebensräume und Arten einen günstigen Erhaltungszustand oder zumindest einen positiven Trend verzeichnen.			
100	Das Risiko und der Einsatz chemischer Pestizide soll um 50 % und der Einsatz gefährlicherer Pestizide ebenfalls um 50 % verringert werden.	Europäische Kommission 2020a; S. 17	2030	BS – Handlungsziel
101	Mindestens 10 % der landwirtschaftlichen Flächen sollen Landschaftselemente mit großer biologischer Vielfalt aufweisen.	Europäische Kommission 2020a; S. 17	2030	BB – Handlungsziel
102	Mindestens 25 % der landwirtschaftlichen Flächen sollen ökologisch/biologisch bewirtschaftet und die Anwendung agrarökologischer Verfahren deutlich gesteigert werden.	Europäische Kommission 2020a; S. 17	2030	LN – Handlungsziel
103	Es sollen erhebliche Fortschritte bei der Sanierung kontaminierter Böden gemacht werden.	Europäische Kommission 2020a; S. 17	2030	BS – Handlungsziel
104	Die Nährstoffverluste aus Düngemitteln sollen um 50 % verringert werden, was zu einer Verringerung des Düngemiteleinsatzes um mindestens 20 % führen wird.	Europäische Kommission 2020a; S. 17	2030	BS – Handlungsziel
105	Es sollen keine chemischen Pestizide in empfindlichen Gebieten wie den städtischen Grünflächen der EU eingesetzt werden.	Europäische Kommission 2020a; S. 18	2030	BS – Handlungsziel

„Vom Hof auf den Tisch“ - eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem

106	<p>Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, den ökologischen und klimatischen Fußabdruck des Lebensmittelsystems der Union zu verkleinern und dessen Resilienz zu stärken, die Ernährungssicherheit angesichts des Klimawandels und des Verlusts an biologischer Vielfalt sicherzustellen und den globalen Wandel hin zu einer wettbewerbsgerechten Nachhaltigkeit vom Hof auf den Tisch anzuführen und die neuen Chancen, die sich bieten, zu nutzen. Dies bedeutet:</p> <ul style="list-style-type: none"> ► dafür zu sorgen, dass die Lebensmittelkette von der Erzeugung über Transport und Vertrieb bis hin zu Vermarktung und Verzehr neutrale oder positive Umweltauswirkungen hat und dass die Land-, Süßwasser- und Meeresressourcen, von denen das Lebensmittelsystem abhängt, erhalten und wiederhergestellt werden, zur Eindämmung des Klimawandels und zur Anpassung an seine Auswirkungen beizutragen, Land, Boden, Wasser, Luft, Pflanzen- und Tiergesundheit sowie Tierwohl zu schützen und den Verlust an biologischer Vielfalt umzukehren; ► [...] 	Europäische Kommission 2020b; S. 5		themenfeldübergordnetes Handlungsziel
-----	--	------------------------------------	--	---------------------------------------

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
107	<u>Eine nachhaltige Lebensmittelerzeugung sicherstellen</u> : Der Einsatz chemischer Pestizide in der Landwirtschaft trägt zur Verschmutzung von Böden, Wasser und Luft sowie zum Verlust der biologischen Vielfalt bei und kann Nichtzielpflanzen, Insekten, Vögeln, Säugetieren und Amphibien schaden. Die Kommission hat bereits einen harmonisierten Risikoindikator aufgestellt, um die Fortschritte bei der Verringerung der mit Pestiziden verbundenen Risiken zu quantifizieren. Demzufolge haben sich diese Risiken in den letzten fünf Jahren um 20 % verringert. Die Kommission wird weitere Maßnahmen ergreifen, um bis 2030 den Einsatz von und das Risiko durch chemische Pestizide insgesamt um 50 % und den Einsatz von Pestiziden mit höherem Risiko um 50 % zu verringern.	Europäische Kommission 2020b; S. 7	2030	BS– Handlungsziel
108	Aufgrund eines übermäßigen Eintrags und angesichts der Tatsache, dass nicht alle in der Landwirtschaft verwendeten Nährstoffe tatsächlich von den Pflanzen aufgenommen werden, befindet sich in der Umwelt ein Nährstoffüberschuss (insbesondere an Stickstoff und Phosphor), der eine weitere Hauptquelle der Luft-, Boden- und Wasserverschmutzung sowie der Klimaschädigung ist. Dadurch hat sich die biologische Vielfalt in Flüssen, Seen, Feuchtgebieten und Meeren verringert. Die Kommission wird Maßnahmen ergreifen, um die Nährstoffverluste bei gleichbleibender Bodenfruchtbarkeit um mindestens 50 % zu verringern. Dadurch wird der Einsatz von Düngemitteln bis 2030 um mindestens 20 % reduziert.	Europäische Kommission 2020b; S. 8	2030	BS – Handlungsziel
109	Dieser Ansatz wird zur Verwirklichung des Ziels beitragen, bis zum Jahr 2030 mindestens 25 % der landwirtschaftlichen Flächen in der EU ökologisch zu bewirtschaften und die ökologische Aquakultur beträchtlich auszubauen.	Europäische Kommission 2020b; S. 10	2030	LN – Handlungsziel
EU-Bodenstrategie für 2030				
110	Bekämpfung der Wüstenbildung, Wiederherstellung geschädigter Flächen und Böden, einschließlich von Wüstenbildung, Dürre und Überschwemmungen betroffener Flächen, und Anstreben einer „bodendegradationsneutralen“ Welt (Ziel 15.3 für nachhaltige Entwicklung)	Europäische Kommission 2021a; S. 3	2030	themenfeldübergeordnetes Handlungs- und Qualitätsziel
111	Wiederherstellung bedeutender Gebiete mit geschädigten und kohlenstoffreichen Ökosystemen, einschließlich Böden	Europäische Kommission 2021a; S. 4	2030	BS – Handlungsziel
112	Erreichen eines Nettotreibhausgasabbaus in der EU von 310 Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent pro Jahr im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF)	Europäische Kommission 2021a; S. 4	2030	themenfeldübergeordnetes Qualitätsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
113	Verringerung der Nährstoffverluste um mindestens 50 %, des Einsatzes von chemischen Pestiziden insgesamt und des daraus entstehenden Risikos um 50 % und des Einsatzes gefährlicherer Pestizide um 50 % bis 2030	Europäische Kommission 2021a; S. 4	2030	BS – Handlungsziel
114	erhebliche Fortschritte bei der Sanierung schadstoffbelasteter Flächen	Europäische Kommission 2021a; S. 4	2030	BS – Handlungsziel
115	Erreichen von Netto-Null-Flächenverbrauch	Europäische Kommission 2021a; S. 4	2050	LN – Handlungsziel
116	Verringerung der Bodenverschmutzung auf ein Niveau, das als nicht mehr schädlich für die menschliche Gesundheit und die natürlichen Ökosysteme gilt und die für unseren Planeten hinnehmbaren Grenzen einhält, sodass eine schadstofffreie Umwelt geschaffen wird	Europäische Kommission 2021a; S. 4	2050	BS – Handlungs- und Qualitätsziel
117	Erreichen eines klimaneutralen Europas und – als ersten Schritt – einer Klimaneutralität im Hinblick auf den Boden in der EU bis 2035	Europäische Kommission 2021a; S. 4	2035	themenfeldübergeordnetes Qualitätsziel
118	Schaffung einer klimaresilienten und vollständig an die unausweichlichen Auswirkungen des Klimawandels angepassten Gesellschaft bis 2050	Europäische Kommission 2021a; S. 4	2050	themenfeldübergeordnetes Qualitätsziel
Neue EU-Waldstrategie für 2030				
119	<u>Gewährleistung der Wiederherstellung der Wälder und einer verstärkten nachhaltigen Waldbewirtschaftung für die Anpassung an den Klimawandel und die Widerstandsfähigkeit der Wälder:</u> Waldbewirtschaftungsmethoden, die die Biodiversität erhalten und wiederherstellen, führen zu widerstandsfähigeren Wäldern, die ihre sozioökonomischen und ökologischen Funktionen erfüllen können. Daher sollten alle Wälder zunehmend bewirtschaftet werden, damit sie unter Berücksichtigung der unterschiedlichen natürlichen Gegebenheiten, biogeografischen Regionen und Klassifizierung der Wälder ausreichend Biodiversität aufweisen. Es gibt umfangreiche Möglichkeiten für Maßnahmen, die allen Seiten zugute kommen und die Biodiversität, die Funktion der Wälder als Kohlenstoffsенке, gesunde Bodeneigenschaften und die Klimaresilienz verbessern. Eine größere Vielfalt an Waldökosystemen und Arten sowie die Nutzung gut angepasster genetischer Ressourcen und ökosystembasierter Ansätze für die Waldbewirtschaftung können die langfristige Anpassungsfähigkeit der Wälder und ihre Fähigkeit zur Erholung und Autonomie fördern.	Europäische Kommission 2021b; S. 14		themenfeldübergeordnetes Handlungs- und Qualitätsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
120	Die Pflege von Waldböden ist von besonderer Bedeutung, da eine starke Abhängigkeit zwischen Bäumen und den Böden, auf denen sie wachsen, besteht. Für das Gedeihen von Bäumen müssen die Baumwurzeln alle essentiellen Elemente und Nährstoffe aus dem Boden erhalten. Die Bodeneigenschaften und Ökosystemdienstleistungen des Bodens müssen daher als Grundlage gesunder und produktiver Wälder geschützt werden. Der unsachgemäße Einsatz ungeeigneter Maschinen, die negative Umweltauswirkungen wie Bodenverdichtung nach sich ziehen, sollte beispielsweise vermieden werden.	Europäische Kommission 2021b; S. 15		LN – Handlungs- und Qualitätsziel

Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand von Flächen (GLÖZ-Standards) der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union

121	GLÖZ 1: Erhaltung von Dauergrünland ausgehend von dem Verhältnis von Dauergrünland zur landwirtschaftlichen Fläche (Mit dem Genehmigungsverfahren für die Umwandlung von Dauergrünland und der Verpflichtung, Ersatzflächen für Dauergrünland anzulegen, das bereits vor dem 01.01.2015 bestand, wird sichergestellt, dass der Anteil von Dauergrünland an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche nicht erheblich abnimmt.)	Bundesrepublik Deutschland 2023; S. 330ff.		LN – Handlungsziel
122	GLÖZ 2: Schutz von Feuchtgebieten und Torfflächen (Durch die genannten Bewirtschaftungseinschränkungen soll verhindert werden, dass in landwirtschaftlich genutzten Feuchtgebieten und Mooren gespeicherter organischer Kohlenstoff durch tiefgreifende Eingriffe in den Boden als CO ₂ freigesetzt wird.)	Bundesrepublik Deutschland 2023; S. 332ff.		BS/LN – Handlungsziel
123	GLÖZ 3: Verbot des Abbrennens von Stoppelfeldern außer zum Zweck des Pflanzenschutzes (Durch das Verbot des Abbrennens von Stoppelfeldern wird die organische Substanz im Boden geschützt.)	Bundesrepublik Deutschland 2023; S. 334		BS – Handlungsziel
124	GLÖZ 5: Bodenbearbeitung, Verringerung des Risikos der Bodenschädigung und -erosion, auch unter Berücksichtigung der Hangneigung (Mit differenzierten Bewirtschaftungsvorgaben je nach Art und Ausprägung der Erosionsgefahr [...] wird der Erosion auf Ackerflächen durch Wind und Wasser entgegengewirkt.)	Bundesrepublik Deutschland 2023; S. 336ff.		BU/LN – Handlungsziel
125	GLÖZ 6: Mindestbodenbedeckung, um vegetationslose Böden in den sensibelsten Zeiten zu vermeiden (Ergänzend zu den Erosionsschutzmaßnahmen gemäß GLÖZ-Standard 5 legen die Vorgaben zu GLÖZ-Standard 6 besonderes Augenmerk auf den Schutz des Bodens vor Auswaschung von Nährstoffen, indem generell auf Ackerflächen eine Mindestbodenbedeckung in den sensibelsten Zeiten vorgeschrieben wird.)	Bundesrepublik Deutschland 2023; S. 338ff.		BS/BU – Handlungsziel

Lfd. Nr.	Ziel(e)	Quelle	Zieljahr/-zeitraum	Themenfeld – Art des Ziels
126	GLÖZ 7: Fruchtfolge auf Ackerland, ausgenommen Kulturen im Nassanbau (Die Fruchtwechsellvorgaben wirken Monokulturen entgegen und fördern Erneuerung und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit.)	Bundesrepublik Deutschland 2023; S. 340ff.		themenfeldübergreifendes Handlungsziel
127	GLÖZ 9: Verbot der Umwandlung oder des Umpflügens von Dauergrünland, das als umweltsensibles Dauergrünland in Natura-2000-Gebieten ausgewiesen ist (Das Umwandlungs- und Pflugverbot für Dauergrünland in den genannten Gebieten trägt zum Erhalt besonders wertvoller Habitate und damit zur Artenvielfalt bei.)	Bundesrepublik Deutschland 2023; S. 346f.		BB/LN – Handlungsziel

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweise zur Tabelle:

- ▶ Die Spalte „Ziel(e)“ enthält in aller Regel wörtliche Zitate aus den Strategiepapieren.
- ▶ Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Die DAS enthält keine sprachlich klar abgegrenzten Ziele. In dieser Tabelle sind die hinter den Zitaten liegenden bodenbezogenen Zielvorstellungen fett markiert, um sie hervorzuheben. Diese Hervorhebungen haben die Autorinnen*Autoren des vorliegenden Berichts vorgenommen.
- ▶ Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland: Die raumordnerischen Themen der für den Bodenschutz relevanten Leitbilder „Daseinsvorsorge sichern“, „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln“ und „Klimawandel und Energiewende gestalten“ (drei von vier Leitbildern der MKRO) sind fett gedruckt. Dies sind ebenfalls Hervorhebungen seitens der Autorinnen*Autoren dieses Berichtes. Die in derselben Zelle folgenden nicht fett gedruckten Erläuterungen sind wörtliche Auszüge aus den jeweiligen Erläuterungstexten zum raumordnerischen Thema. Zeilen ohne Fettdruck enthalten Ziele, die direkt den Beschreibungen der einzelnen Leitbilder entnommen sind. Das Leitbild ist dann in Klammern genannt.
- ▶ Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie: Die in der Nachhaltigkeitsstrategie genannten SDG sind mit den bodenbezogenen Unterzielen dargestellt. Die relevanten SDG sind dabei hier fett gedruckt. Außerdem wurden die bodenbezogenen Ziele aus dem Kapitel „3aa) Transformationsbereiche“ mit aufgeführt.
- ▶ Nationale Bioökonomiestrategie: Die Bioökonomiestrategie enthält strategische Ziele und zugehörige Umsetzungsziele. In dieser Tabelle sind die strategischen Ziele fett gedruckt und die Umsetzungsziele sind ihnen jeweils zugeordnet.
- ▶ Ackerbaustrategie 2035: Fettdruck in den Zielen der Ackerbaustrategie 2035 ist der Strategie selbst entnommen.
- ▶ Waldstrategie 2050: Die „Ziele“ der Waldstrategie 2050 werden in dieser als „Zentrale Meilensteine“ und „Meilensteine“ bezeichnet. Sie haben alle das Zieljahr 2030. Der Fettdruck (Nummer und Name des Meilensteins) ist jeweils der Strategie selbst entnommen.
- ▶ EU-Biodiversitätsstrategie für 2030: Etwaiger Fettdruck ist der Strategie entnommen. Unterstrichene Textpassagen bilden die übergeordneten Ziele / Kapitelüberschriften der Strategie dar. Die Unterstreichung wurde von den Autorinnen*Autoren des vorliegenden Berichts vorgenommen.
- ▶ „Vom Hof auf den Tisch“: Etwaiger Fettdruck ist der Strategie entnommen.
- ▶ Neue EU-Waldstrategie für 2030: Unterstrichene Textpassagen bilden die übergeordneten Ziele / Kapitelüberschriften der Strategie dar. Die Unterstreichung wurde von den Autorinnen*Autoren des vorliegenden Berichts vorgenommen.
- ▶ Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand von Flächen (GLÖZ-Standards) der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union: Den GLÖZ ist jeweils in Klammern die „Erläuterung des Beitrags zur Erreichung des Hauptziels des GLÖZ-Standards“ beigefügt, die der Erläuterung des jeweiligen GLÖZ entnommen ist.

B.2 Zusammengefasste und geclusterte bodenbezogene politische Ziele

Tabelle 15: Zusammengefasste und geclusterte bodenbezogene politische Ziele

Themenfeld	Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Einzelziele	Verbindungen/ Synergien
TÜ	1.1	QZ: Erhalt der Funktionsfähigkeit der Böden	10, 31, 70, 71, 72, 126	
TÜ	1.2	QZ: Bodendegradationsneutralität	66, 110	
TÜ	1.3	QZ: Nettotreibhausgasabbau, Klimaneutralität in Hinblick auf den Boden	112, 117	
TÜ	1.4	QZ: Klimaresiliente und klimaangepasste Gesellschaft	55, 118	
TÜ	1.5	HZ: (Intensivierter) Bodenschutz	16, 17, 18, 25, 31, 32, 37, 55, 66, 68, 70, 96, 106, 119	
TÜ	1.6	HZ: Wiederherstellung geschädigter Flächen und Böden	66, 92, 96, 94, 99, 110	
TÜ	1.7	HZ: Nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen	10, 31, 51, 52, 55, 63, 66, 69, 74, 81, 93, 94	
TÜ	1.8	HZ: Festlegung der Bedingungen für ihren guten ökologischen Zustand / Einführung von Wiederherstellungszielen	96	
TÜ	1.9	HZ: Überwachung der Bodenqualität	86, 96	
TÜ	1.10	HZ: Gesellschaftliches Bewusstsein schaffen für Umweltwirkungen und Umweltschutz	39, 65	
TÜ	1.11	HZ: Nutzung der Instrumente der Raumordnung zum Schutz/Erhalt von (unbeeinflussten) Böden	23, 28, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 66	
TÜ	1.12	HZ: Nutzung von rechtlich-regulatorischen Instrumenten gegen Spekulationen auf dem Bodenmarkt	75	
BW	1.1	QZ: Stabiler Bodenwasserhaushalt		BU 3, BB 1
BW	1.2	HZ: Unterstützung des Erhalts bzw. der Verbesserung des Wasserhaushaltes der Böden	36, 84, 89	

Themen- feld	Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Einzelziele	Verbindungen/ Synergien
BS	1.1	QZ: Schadstofffreie Böden	54, 58, 116	BB 1
BS	1.2	QZ: Einhalten der Belastungswerte (critical loads und levels) für Versauerung	13, 72, 76, 88	LN 5
BS	1.3	QZ: Einhalten der Belastungswerte (critical loads und levels) für Schwermetalle	13	
BS	1.4	QZ: Einhalten der Belastungswerte (critical loads und levels) für Nährstoffeinträge (Eutrophierung)	13, 67, 88	LN 4
BS	1.5	HZ: Erfassung und Sanierung von Altlasten	10, 96, 103, 110, 114	LN 6.4
BS	1.6	HZ: Substitution schädlicher Stoffe bzw. Vermeidung des Austretens schädlicher Stoffe in die Umwelt	53, 64, 72, 76, 84, 92, 97, 116	BB 1
BS	1.6.1	HZ: Einschränkung des Handels mit und der Anwendung von POP	14	
BS	1.6.2	HZ: Reduzierung der bewirtschaftungsbedingten Schadstoffeinträge	15, 52, 78, 93, 98	LN 4, LN 5
BS	1.6.2.1	HZ: Verringerung der Stickstoff- und Phosphorüberschüsse/Nährstoffverluste	56, 98, 104, 108, 113	
BS	1.6.2.2	HZ: Reduzierung des Einsatzes chemischer Pestizide	100, 105, 107, 113	
BS	1.7	HZ: Erhalt standortgerechter pH-Werte im Boden	76, 88	LN 5
BS	2.1	QZ: Kohlenstoffbindung im Boden / Erhalt der organischen Bodensubstanz (standortgerechter Humusgehalt)	17, 71, 73, 78, 112	LN 2, LN 3
BS	2.2	HZ: Schutz und Wiederherstellung kohlenstoffreicher Ökosysteme	18, 19, 91, 99, 111, 122	BB 1.2
BS	2.3	HZ: Ausweitung humusschonender Bewirtschaftungsformen in der Landwirtschaft	16, 73, 94, 96, 123, 125	
BS	2.4	HZ: Humusaufbau	78, 94, 96	
BU	1.1	QZ: Geringe oder keine Bodenerosion		BU 3, LN 4
BU	1.2	HZ: Schutz des Bodens vor Erosion	17, 18, 28, 35, 66, 72, 94, 96, 124, 125	
BU	2.1	QZ: Geringe oder keine Bodenschadverdichtung		BB 1, LN 4, LN 5
BU	2.2	HZ: Schutz des Bodens vor Schadverdichtung	17, 72	

Themen- feld	Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Einzelziele	Verbindungen/ Synergien
BU	3.1	QZ: Keine Wüstenbildung		BW 1, BU 1, BB 1
BU	3.2	HZ: Schutz des Bodens vor Wüstenbildung	66, 94, 110	
BB	1.1	QZ: Erhalt/Zunahme der (Boden-)Biodiversität	1, 4, 7, 9, 26, 55, 71, 77, 82, 90, 99	BW 1, BS 1, BU 2, BU 3, LN 1, LN 3, LN 4, LN 5, LN 6
BB	1.2	HZ: Schutz von biologischer Vielfalt und Biotopen	4, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 66, 69, 71, 77, 84, 85, 92, 101, 119, 127	BS 2.2
BB	1.3	HZ: Etablierung von Monitoring-/Informationssystemen zu Biodiversitäts- bzw. Ökosystementwicklungen	83, 86	
LN	1.1	QZ: Unversiegelte Böden		BB 1
LN	1.2	HZ: Reduzierung der Flächen(neu)inanspruchnahme	6, 11, 12, 27, 29, 30, 33, 59, 60, 74, 84, 85, 92, 115	
LN	1.3	HZ: Erhalt von Freiräumen im Siedlungsbereich	24, 32, 51, 59, 61, 62	
LN	1.4	HZ: Erhalt von Freiflächen auf dem Land	61, 85, 92	
LN	1.5	HZ: Rückgewinnung von Freiräumen	32, 59, 115	
LN	2.1	QZ: Moore in natürlicher Entwicklung, die als Nährstoff- und CO ₂ -Senke wirken	2, 3, 4, 5, 78, 112	BS 2, BB 1, LN 4, LN 5, LN 6
LN	2.2	HZ: Sicherung und Renaturierung der Moore	2, 3, 4, 16, 18, 19, 22, 37, 78, 79, 91, 122	
LN	3.1	QZ: Vorhandensein von (hochwertigem) Grünland als Kohlenstoffspeicher und für den Artenschutz	8	BS 2, BB 1
LN	3.2	HZ: Sicherung der Grünlandfläche und Zunahme des Flächenanteils hochwertigen Grünlands	37, 91, 93, 121, 127	
LN	4.1	QZ: Durch die landwirtschaftliche Praxis nur wenig geschädigte Böden	112	BS 1.4, BS 1.6.2, BU 1, BU 2, BB 1, LN 2
LN	4.2	HZ: Ausweitung des ökologischen Landbaus	57, 93, 95, 102, 109	
LN	4.3	HZ: Reduzierung der Bodenbearbeitungsgänge	80, 124	

Themen- feld	Nr.	Zusammengefasstes Ziel (QZ = Qualitätsziel / HZ = Handlungsziel)	Einzelziele	Verbindungen/ Synergien
LN	5.1	QZ: Durch die forstwirtschaftliche Praxis nur wenig geschädigte Böden	112, 119, 120	BS 1.6.2, BU 2, BB 1, LN 2
LN	5.2	HZ: Verzicht auf nährstoffzehrende beziehungsweise bodenschädigende Nutzung	82, 87, 119, 120	BS 1.2, BS 1.7
LN	6.1	QZ: Durch Rohstoffabbau unbeeinflusste Böden		BB 1, LN 1, LN 2
LN	6.2	HZ: Berücksichtigung des Bodenschutzes beim Abbau von Rohstoffen	34, 42, 47, 48, 49, 50	
LN	6.3	HZ: Substitution von Primärrohstoffen durch Sekundärrohstoffe	40, 51	
LN	6.4	HZ: Transformation von Bergbaugebieten (umweltgerecht und ressourcenschonend)	44, 50	BS 1.5
LN	6.5	HZ: Initiierung eines internationalen Prozesses zur Erarbeitung eines internationalen Leitfadens zu ökologischen Sorgfaltspflichten in Rohstofflieferketten	46	
LN	6.6	<i>HZ: Stärkung der Rohstoffgewinnung in Deutschland*</i>	41, 43, 45	

Quelle: eigene Zusammenstellung

Hinweis: Nicht allen Qualitätszielen sind Einzelziele zugeordnet, da diese teilweise aus den Handlungszielen abgeleitet wurden.

* Das Ziel LN 6.6 ist kursiv gedruckt, da sich hier in Teilen ein Zielkonflikt abbildet: Die Stärkung der Rohstoffgewinnung in Deutschland steht zumindest dem Bodenschutz in Deutschland entgegen. Global betrachtet allerdings kann die Stärkung der Rohstoffgewinnung in Deutschland dem Bodenschutz zugutekommen, wenn hier höhere Umweltstandards Anwendung finden als in den Ländern, in denen die Rohstoffe zuvor gewonnen wurden.