

TEXTE

151/2026

Abschlussbericht

Fachkonzept Data Hub Boden

**Konzeption eines messnetzübergreifenden Data Hub
zum Thema Boden**

von:

Matthias Müller, Alexander Sperber, Jacob Mendt
PIKobytes GmbH, Dresden

Carolin Kaufmann-Boll
ahu GmbH, Aachen
Tom Grünberger
UfU e.V., Berlin

Sebastian Pitzschke, Torsten Käthner
ERGO Umweltinstitut GmbH, Dresden

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 151/2026

REFOPLAN des Bundesministeriums Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3724 NK 801 1

Abschlussbericht

Fachkonzept Data Hub Boden

Konzeption eines messnetzübergreifenden Data Hub zum
Thema Boden

von

Matthias Müller, Alexander Sperber, Jacob Mendt
PIKobytes GmbH, Dresden

Carolin Kaufmann-Boll
aHu GmbH, Aachen

Tom Grünberger
UfU e.V., Berlin

Sebastian Pitzschke, Torsten Käthner
ERGO Umweltinstitut GmbH, Dresden

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:

PIKobytes GmbH
Zittauer Straße 16
01099 Dresden

Abschlussdatum:

Februar 2026

Redaktion:

Fachgebiet II 2.7 Bodenzustand, Bodenmonitoring
Lucas Stratemann

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-8401>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, September 2026

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

Kurzbeschreibung: Fachkonzept Data Hub Boden

Der Data Hub Boden soll künftig Anlaufstelle für Bodendaten aus den verschiedenen Monitoringprogrammen in Deutschland werden. Dieses Fachkonzept bereitet wesentliche Entwicklungsschritte dafür vor. Im Fokus des Konzepts stehen insbesondere die Integration und Dissemination von Monitoringdaten aus Beprobungen sowie weiterer bodenbezogener Daten. Das Konzept definiert dafür fachliche, organisatorischen und technische Anforderungen an die Erstellung und den Betrieb eines Data Hub Boden. Es nennt weiterhin Aufwände bei der Integration von Daten aus föderalen Strukturen, ein rollenbasiertes Zugriffsmodell sowie Darstellungs- und Bereitstellungswege von georeferenzierten Daten.

Abstract: Concept Soil Data Hub

The Soil Data Hub is set to become the central hub for soil data from the various monitoring programmes in Germany. This concept lays the groundwork for key development steps in this regard. The concept focuses on the integration and dissemination of monitoring data from sampling, as well as other soil-related data. To this end, the concept defines technical, organisational and operational requirements for the establishment and operation of a Soil Data Hub. It also outlines the challenges involved in integrating data from federal structures, a role-based access model, and methods for presenting and providing georeferenced data.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	11
Tabellenverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis	12
Zusammenfassung.....	17
Summary	18
1 Projektkontext und Zielstellung	19
2 Anwendungskontexte und User Stories	21
2.1 User Stories Datenbereitsteller*innen	22
2.2 User Stories Datennutzer*innen.....	23
2.3 User Stories zu Datenintegration und Schnittstellen.....	25
3 Datenarten im Data Hub Boden	27
3.1 Daten aus Beprobungen	27
3.1.1 Analyseergebnisse	28
3.1.1 Informationen zur Probenahme und Analyse.....	29
3.1.2 Standort der Probenahme	30
3.1.3 Angaben zur Standortbeschaffenheit und -umgebung	31
3.1.4 Zeitpunkt der Probenahme.....	31
3.1.5 Datenstrukturen für Metadaten und Analyseergebnisse	31
3.2 Ortsfeste in-situ Messdaten.....	32
3.3 Statische räumlich aufgelöste Kontextdaten mit Bezug zum Boden	33
3.4 Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung	35
3.5 Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Modellierung	35
3.6 Allgemeine Metadaten	36
4 Nutzergruppen im Data Hub Boden	37
4.1 Sonderrolle des NBMZ	37
4.2 Funktionsbezogene Nutzergruppen im Data Hub Boden	37
5 Nutzungsvereinbarungen im DHB	40
5.1 Zusammenfassung der wesentlichen rechtlichen Aspekte.....	40
5.1.1 Grundprinzip: Öffentlichkeit und aktive Informationspflicht	40
5.1.2 Ausnahmen nach §§ 8 und 9 UIG und ihre Bedeutung für den DHB.....	41
5.1.2.1 Öffentliche Belange (§ 8 UIG)	41
5.1.2.2 Private Belange (§ 9 UIG).....	41
5.1.2.3 Konsequenzen für den DHB.....	43

5.1.3	Zwei Datenkategorien im DHB.....	43
5.1.4	Auskunftsansprüche nach § 4 UIG	45
5.1.5	Besonderheiten je nach Rechtsträgerschaft.....	46
5.1.6	Anforderungen an Veröffentlichung und Nutzungsbedingungen	47
5.2	Status quo: Bilaterale Nutzungsvereinbarungen zwischen Datenbereitstellern und Datennutzer*innen	48
5.3	Club-Modell.....	49
5.4	Nutzungsvereinbarungen zwischen Datenbereitstellern und DHB	50
5.4.1	Grundsätze	50
5.4.2	Öffentliche Belange (§ 8 UIG)	51
5.4.2.1	Bedeutsame Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit (§ 8 Abs. 1 Nr. 1 UIG)	52
5.4.2.2	Zustand der Umwelt und ihrer Bestandteile (§ 8 Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 UIG)	53
5.4.3	Einschränkung der Herausgabe von Daten aufgrund privater Belange	53
5.4.3.1	Personenbezogener Datenschutz	54
5.4.3.2	Geistiges Eigentum	56
5.4.3.3	Geheimnisschutz.....	57
5.4.4	Bereitstellung durch die Verwaltung	60
5.4.4.1	Bereitstellung durch den DHB	60
5.4.4.2	Unmittelbare Bundesverwaltung	60
5.4.4.3	Mittelbare Bundesverwaltung	61
5.4.4.4	Bereitstellung durch unmittelbare Landesverwaltungen	62
5.4.4.5	Bereitstellung durch mittelbare Landesverwaltung	62
5.4.4.6	Bereitstellung durch Kommunen.....	63
5.5	Nutzungsvereinbarungen zwischen Datennutzenden und DHB.....	63
5.5.1	Nutzung verwaltungsinterner Daten durch öffentliche Stellen.....	63
5.5.2	Nutzung durch private Stellen, insbesondere Forschungseinrichtungen.....	63
6	Datenlieferungen an den Data Hub Boden	65
6.1	Kopieren von Datenquellen vs Einbindung on-the-fly	65
6.2	Versionierung von Datensätzen im DHB.....	65
6.3	Bereitstellungswege in den DHB.....	66
6.3.1	Automatisierter Datenabruf via API des Datenbereitstellers	66
6.3.2	Direkte Einbindung einer API des Datenbereitstellers	66
6.3.3	Manuelle Datenbereitstellung	67
6.3.4	Manueller Datenimport	67

6.3.5	Datenimport über Upload-Werkzeuge	67
6.3.6	Bereitstellung einer Upload-API	67
6.3.7	Datenformate	67
6.3.8	Vergleich der Bereitstellungswege	68
6.4	Vermeidung von Dubletten.....	69
6.5	Fortlaufende Berechnung eigener Datenprodukte.....	69
7	Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzende	71
7.1	Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen	71
7.1.1	Allgemeine Suchfunktionen	71
7.1.2	Räumliche Suche	72
7.1.3	Suche nach Einzelobjekten innerhalb von Datensätzen (Datenexploration)	72
7.1.4	Darstellung von Inhalten und Suchergebnissen	72
7.1.5	Berücksichtigung von Zugriffsrechten	73
7.2	Kartenviewer.....	74
7.2.1	Allgemeine Funktionen	74
7.2.2	Funktionen in der Einzeldarstellung von Datensätzen	74
7.2.2.1	Daten aus Beprobungen	75
7.2.2.2	Ortsfeste in-situ Messdaten	76
7.2.2.3	Statische räumlich aufgelöste Kontextdaten mit Bezug zum Boden.....	77
7.2.2.4	Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung und Modellierung...	78
7.2.3	Kombinierte Darstellung von Datensätzen	79
7.2.3.1	Kombinierte Darstellungen innerhalb der gleichen Datenart	79
7.2.3.2	Kombinierte Darstellungen mit unterschiedlichen Datenarten	79
7.2.4	Darstellung von Erhebungskulissen und Standortverteilungen	80
7.2.5	Darstellung generalisierter Standortinformationen	85
7.2.6	Basiskarten (Basemaps)	86
7.3	Textbasierte Ansichten für Datensätze	86
7.4	Datenexport	87
7.4.1	Interaktive Download-Funktion	87
7.4.2	Datenexport via API / Web-Schnittstelle	87
7.5	Verzeichnis einschlägiger Verfahren und Methoden.....	88
8	Nutzerverwaltung und Administrationsbereich.....	89
8.1	Nutzerverwaltung und Zugriffssteuerung.....	89
8.2	Inhaltlicher Administrationsbereich (Backoffice)	90

9	Szenario 1: Integration von Daten zum Bodenbiodiversitätsmonitoring im DHB.....	91
9.1	Anwendungskontext	91
9.2	Datenarten	91
9.2.1	Daten aus Beprobungen	91
9.2.2	Ortsfeste in-situ Messdaten.....	91
9.2.3	Flächenhaft aufgelöste Kontextdaten.....	91
9.2.4	Ergänzende Bewirtschaftungsinformationen	91
9.3	Nutzergruppen und Nutzungsvereinbarungen.....	92
9.4	Datenbereitsteller und Datenlieferungen.....	92
9.5	Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzende	93
9.5.1	Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen	93
9.5.2	Kartenviewer.....	93
9.5.3	Textbasierte Ansichten für die Datensätze.....	93
9.5.4	Datenexport	93
9.6	Technische und betriebliche Vorgaben zur Umsetzung	93
10	Szenario 2: Daten zur Bodenfeuchte.....	95
10.1	Anwendungskontext	95
10.2	Datenarten	95
10.2.1	Ortsfeste in-situ Messdaten.....	95
10.3	Nutzergruppen und Nutzungsvereinbarungen.....	95
10.4	Datenbereitsteller und Datenlieferungen.....	95
10.5	Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzende	96
10.5.1	Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen	96
10.5.2	Kartenviewer.....	96
10.5.3	Textbasierte Ansichten für die Datensätze.....	96
10.5.4	Datenexport	96
10.5.5	Verzeichnis einschlägiger Verfahren und Methoden	96
10.6	Technische und betriebliche Vorgaben zur Umsetzung	97
11	Szenario 3: Bereitstellung eines Kernensembles bodenbezogener Flächendaten	98
11.1	Anwendungskontext	98
11.2	Datenarten	98
11.2.1	Flächenhaft aufgelöste Kontextdaten.....	98
11.3	Nutzergruppen und Nutzungsvereinbarungen.....	98
11.4	Datenbereitsteller und Datenlieferungen.....	98

11.5	Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzende	99
11.5.1	Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen	99
11.5.2	Kartenviewer.....	99
11.5.3	Datenexport	99
11.6	Technische und betriebliche Vorgaben zur Umsetzung	99
12	Szenario 4: Bereitstellung eines deutschlandweiten Datensatzes zum NDVI.....	101
12.1	Anwendungskontext	101
12.2	Datenarten	101
12.2.1	Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung.....	101
12.3	Nutzergruppen und Nutzungsvereinbarungen.....	101
12.4	Datenbereitsteller und Datenlieferungen.....	101
12.5	Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzer.....	102
12.5.1	Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen	102
12.5.2	Kartenviewer.....	102
12.5.3	Datenexport	102
12.6	Technische und betriebliche Vorgaben zur Umsetzung	103
12.7	Vorläufige Bewertung	103
13	Quellenverzeichnis	104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Gemeldete Standorte für den Klimafolgen-Bodenmonitoring-Verbund	20
Abbildung 2:	Konzeptionsgrundlage für systeminterne Speicherung von Beprobungsdaten	32
Abbildung 3:	Darstellung von Inhalten und Suchergebnissen in Ergebnislisten	73
Abbildung 4:	Kombinierte Orts- und Stationssuche (Detailansicht, Entwurf)	75
Abbildung 5:	Darstellung von Lageinformationen zu Messstandorten (geclustert)	76
Abbildung 6:	Darstellung von Zeitreihendaten in einem Kartenviewer	77
Abbildung 7:	Farbcodierte Darstellung der BÜK 200.....	78
Abbildung 8:	Interaktive Darstellung räumlich und zeitlich aufgelöster Daten	79
Abbildung 9:	Darstellung einer Punktedichtekarte mit allen Einzelstandorten (Variante „Pins“)	81
Abbildung 10:	Darstellung einer Punktedichtekarte mit allen Einzelstandorten (Variante „Punkte“)	81
Abbildung 11:	Beispielansicht einer geclusterten Darstellung von Messstandorten	83
Abbildung 12:	Beispielansicht für eine diskrete lokale Standortdichte	84
Abbildung 13:	Beispielansicht für eine kontinuierliche lokale Standortdichte	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	User Stories Datenbereitsteller*innen.....	22
Tabelle 2:	User Stories Datennutzer*innen	23
Tabelle 3:	User Stories zu Datenintegration und Schnittstellen	25
Tabelle 4:	Datenobjekte für Beprobungsdaten.....	28
Tabelle 5:	Funktionsbezogene Nutzergruppen im DHB	39
Tabelle 6:	Vor- und Nachteile der Bereitstellungswege	68
Tabelle 7:	Datenobjekte für Beprobungsdaten.....	87
Tabelle 8:	Übersicht möglicher Authentifizierungsverfahren für Nutzende des DHB	89
Tabelle 9:	Abschätzung der Mengengerüste für NDVI-Eingangsdaten....	102

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
Abs.	Absatz
AGB	Allgemeine Geschäftsbedingungen
API	Application Programming Interface. Eine Schnittstelle für die Programmierung von IT-Systemen und Anwendungen
ASCII Grid	Ein textbasiertes Dateiformat zur Speicherung von Rasterdaten.
Bay UIG	Bayrisches Umweltinformationsgesetz
BDF	Bodendauerbeobachtungsflächen
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Beschl.	Beschluss
BSI-Gesetz	Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik und über die Sicherheit in der Informationstechnik von Einrichtungen
BT-Drs.	Bundestagdrucksache
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
bzw.	Beziehungsweise
BÜK	Bodenübersichtskarte. Bundesweit einheitliches bodenkundliches Kartenwerk mit flächendeckenden Informationen für länderübergreifende Aussagen zu Bodennutzung und Bodenschutz, bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Geowissenschaften in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesländer.
CC0-Lizenz	Creative-Commons-Zero-Lizenz, eine Open-Data-Lizenz
cm	Zentimeter
CMS	Content Management System. Software zur Erstellung, Verwaltung und Veröffentlichung digitaler Inhalte auf Websites.
COG	Cloud-optimized GeoTiff. Format zur effizienten Speicherung von Rasterdaten, optimiert für die Verwendung in Cloud- und Webumgebungen.
C_{org}	Anteil organischer Substanz im Boden.
CSV	Comma-separated values. Ein textbasiertes maschinenlesbares Datenformat.
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
DGA	Data Governance Acts
DGM	Digitales Gelände Modell

Abkürzung	Erläuterung
d.h.	das heißt
DHB	Data Hub Boden
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
DWD	Deutscher Wetterdienst
eID	Online-Ausweisfunktion des deutschen Personalausweises.
etc.	et cetera
ERA-5	5. Generation der atmosphärischen Reanalyse, entwickelt durch den Copernicus Climate Change Service und produziert durch das Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF).
EU	Europäische Union
FAIR-Prinzip	Daten sollen auffindbar (<i>findable</i>), zugänglich (<i>accessible</i>), interoperabel (<i>interoperable</i>) und wiederverwendbar (<i>reusable</i>) sein.
f.	folgende
ff.	fortfolgende
FTP-Server	File Transfer Protocol Server. Dienst, für den Austausch von Dateien über ein Netzwerk.
FuE	Forschung und Entwicklung
GBIF	Global Biodiversity Information Facility. Plattform mit offenem Zugang zu weltweit erfassten Biodiversitätsdaten.
ggü.	gegenüber
ggf.	gegebenenfalls
GeolDG	Geologiedatengesetzes. Gesetz zur staatlichen geologischen Landesaufnahme sowie zur Übermittlung, Sicherung und öffentlichen Bereitstellung geologischer Daten und zur Zurverfügungstellung geologischer Daten zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben.
Geopackage	Format zum Speichern von Geodaten (Vektor- und Rasterdaten).
GeoTiff	Geographic Tagged Image File Format. Format zum Speichern von Geodaten (Rasterdaten).
GIS	Geoinformationssystem
GLÖZ	Guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand (von Flächen)
GRIB	Gridded Binary. Format zum Speichern von Geodaten (Rasterdaten).
GRUR	Deutsche Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht e. V.
ha	Hektar
HTTP / HTTPS	Hypertext Transfer Protocol / HTTP Secure
ICOS	Integrated Carbon Observation System. Stationsnetzwerk zur Messung von Treibhausgasen in Europa.

Abkürzung	Erläuterung
ICP Forest	International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Programm, das den europaweiten Zustand der Wälder überwacht.
i.d.R.	in der Regel
ISMN	International Soil Moisture Network. Eine Plattform für weltweite Bodenfeuchtedaten.
ID	Identifizier / Identifikator
IT	Informationstechnologie
JSON	JavaScript Object Notation. Ein textbasiertes maschinenlesbares Datenformat.
KA	Kartieranleitung
Keycloak	Eine Identity- und Access-Management Lösung zur Authentifizierung und Autorisierung in Webanwendungen.
kg	Kilogramm
km	Kilometer
LiDAR	Light Detection and Ranging. Eine Fernerkundungstechnologie zur 3D-Entfernungsmessung mittels Laser.
lit.	littera
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
LUCAS Soil	Land Use and Cover Area Frame Survey. Eine regelmäßig durchgeführte Studie zur standardisierten Erfassung von Oberbodenparametern in Europa.
MUB BW	Medienübergreifende Umweltbeobachtungen Baden-Württemberg
m.w.N	mit weiteren Nachweisen
NBMZ	Nationales Bodenmonitoringzentrum
Nds. OVG	Niedersächsisches Oberverwaltungsgericht
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index. Ein Vegetationsindex.
NetCDF	Network Common Data Form. Format für die Speicherung von mehrdimensionalen wissenschaftlichen, u.a. georeferenzierten Daten.
NMZB	Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität
NO3	Nitrat
Nr.	Nummer
NRW	Nordrhein-Westfalen
NuR	Natur und Recht. Juristische Fachzeitschrift
NVwZ	Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht. Juristische Fachzeitschrift
OAuth 2.0	Standard für die Autorisierung von Benutzern in Webanwendungen.
ODC-Lizenz	Open-Data-Commons-Lizenz

Abkürzung	Erläuterung
o.g.	oben genannten
OGC	Open Geospatial Consortium. Gemeinnütziges Gremium, das Standards für Geoinformationen erarbeitet und veröffentlicht.
OpenID	Standard zur Authentifizierung von Benutzern und Benutzerinnen in Webanwendungen
OVG	Oberverwaltungsgericht
OTP-Token	One-Time Password. Einmalcodes, die für die Umsetzung von Multi-Faktor-Authentifizierung eingesetzt werden können.
OZG	Onlinezugangsgesetz
PDF	Portable Document Format
pH	pondus Hydrogenii (Potenzial des Wasserstoffs)
PostGIS	Erweiterung für PostgreSQL zur nativen Einbindung von georeferenzierten Daten.
PostgreSQL	Objektrelationales Datenbankmanagementsystem.
ppm	Parts per Million
QoS	Quality of Service. Netzwerktechnologie, zur Priorisierung von Netzwerkverkehr bei begrenzter Bandbreite.
REST	Representational State Transfer. Ein Architekturstil für verteilte Systeme, der auf dem HTTP-Protokoll basiert.
Rn.	Randnummer
S.	Seite
SAML	Security Assertion Markup Language. Standard für den sicheren Austausch von Authentifizierungs- und Autorisierungsdaten zwischen zwei Parteien.
SBV	Schädliche Bodenveränderung
TERENO SoilCan	Terrestrial Environmental Observatories - SOILCan Lysimeter Network. Deutschlandweites Netzwerk an Lysimeter-Stationen zur Erforschung der Auswirkung des Klimawandels auf den Wasser- und Stoffhaushalt.
THW	Technisches Hilfswerk
TOM	Technisch-organisatorische Maßnahme
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UIG	Umweltinformationsgesetz
UI	User Interface, Bedienoberfläche. Der Begriff bezieht sich primär auf das visuelle Erscheinungsbild einer Anwendung und legt z.B. Farben, Buttons und Layouts fest.
UrhG	Urheberrechtsgesetz. Gesetz über Urheberrecht und verwandte Schutzrechte.
Urt.	Urteil

Abkürzung	Erläuterung
US	User Story
UX	User Experience, Nutzungserlebnis. Fokussiert im Gegensatz zum UI, die Struktur und Effizienz der Benutzerführung und der Bedienelemente.
u. ä.	und ähnlich
VG	Verwaltungsgericht
VGH	Verwaltungsgerichtshof
vgl.	vergleiche
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz
z.B.	zum Beispiel
ZIP	Format für verlustfrei komprimierte Dateien

Zusammenfassung

Der Data Hub Boden (DHB) soll künftig die zentrale technische und organisatorische Anlaufstelle für einen institutionsübergreifenden Zugang zu Bodendaten aus den verschiedenen Monitoringprogrammen des Bundes und der Länder sowie verschiedener Forschungseinrichtungen werden. Ziel ist es, die Inwertsetzung von Daten aus dem Bodenmonitoring zu erhöhen, indem vorhandene Datenbestände aus bestehenden Bodenmonitoringaktivitäten zusammengeführt und – entlang eines differenzierenden Nutzungskonzeptes - einem größeren Kreis an Personen und Institutionen zur weiteren Nutzung bereitgestellt werden.

Dieses Dokument ist das Fachkonzept für den DHB und soll die nächsten Entwicklungsschritte vorbereiten. Es werden wesentliche Anforderungen an Betrieb, Funktion, Inhalt und Organisation des DHB diskutiert und die Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Datenbereitstellern beschrieben.

Inhaltlich fokussiert sich der DHB auf Monitoringdaten aus Bodenbeprobungen, die von unterschiedlichen Institutionen in Deutschland erhoben und bereitgestellt werden. Zusätzlich werden weitere Datenarten aus der Umwelt- und Bodenbeobachtung eingebunden, um einen grundlegenden Interpretations- und Analysekontext für die Beprobungsdaten zu schaffen und interaktive Darstellungen der Daten zu ermöglichen. Nutzer des DHB können die bereitgestellten Daten über interaktive Werkzeuge recherchieren, visuell analysieren und herunterladen. Maschinenlesbare Schnittstellen zur Datenweitergabe ermöglichen die Integration mit nachgelagerten IT-Systemen.

Ein zentraler Aspekt für die Einrichtung und den Betrieb des DHB ist das Zusammenspiel mit Datenbereitstellern und bestehenden Datenangeboten. Hier versteht sich der DHB als Instrument zur quellenübergreifenden Datenintegration, Datenverbreitung und Exploration, das neben der Verbreitung öffentlich zugänglicher Daten auch den zentralen Zugang zu geschützten Bodendaten für berechtigte Nutzergruppen ermöglicht.

Dieses Fachkonzept bildet den Arbeitsstand zum Ende der einjährigen Konzeptionierungsphase am 28.02.2026 ab. Es soll umsetzungsbegleitend fortgeschrieben und aktualisiert werden.

Summary

The Soil Data Hub (DHB) is set to become the central technical and organisational point of contact for cross-institutional access to soil data from various federal and state monitoring programmes and various research institutions. The aim is to increase the value of soil monitoring data by consolidating existing data sets from completed and ongoing soil monitoring activities and making them available to a wider group of individuals and institutions for further use.

This document is the concept for the DHB to prepare the next development steps. It discusses essential requirements for the operation, function, content and organization of the DHB and describes the cooperation with different data providers.

In terms of content, the DHB focuses on monitoring data from soil sampling collected and provided by various agencies in Germany. In addition, other types of data related to environmental and soil observation are included to create a basic context for interpreting and analysing the sampling data and to enable interactive presentations. Users of the DHB can search, visually analyse and download the data provided using interactive tools. Machine-readable interfaces for data transfer enable integration with downstream IT systems.

A central aspect of the establishment and operation of the DHB is its interaction with data providers and existing data offerings. Here, the DHB sees itself as a tool for cross-source data integration, dissemination and exploration, which, in addition to disseminating publicly accessible data, also enables centralised access to protected soil data for authorised user groups.

This technical concept reflects the status of work at the end of the one-year design phase on 28 February 2026. It is to be updated and revised as implementation progresses.

1 Projektkontext und Zielstellung

In Deutschland wird eine Vielzahl an Daten und Informationen zum Zustand der Böden durch verschiedene Behörden auf Landes- und Bundesebene sowie unterschiedliche Forschungseinrichtungen erfasst. Diese Daten dienen der Erfüllung unterschiedlicher Berichtspflichten und der Beantwortung spezifischer Fragestellungen in Politik und Forschung.

Die daraus entstandene bodenbezogene Datenlandschaft ist inhaltlich, technisch, prozessual und methodisch heterogen. Unterschiedliche Bodenparameter werden auf verschiedene Weise erfasst, gespeichert und ausgewertet. Diese Heterogenität erschwert eine übergreifende Nutzung und Vergleichbarkeit bodenbezogener Informationen.

Vor dem Hintergrund unter anderem des Aktionsprogrammes Natürlicher Klimaschutz wird daher ein Bedarf nach einem verbesserten, institutionsübergreifenden Zugang zu bodenbezogenen Daten auf Bundesebene formuliert. Dieser bildet auf nationaler Ebene die Grundlage für das Monitoring langfristiger Veränderungen des Bodenzustandes und der Bodenfunktionen, insbesondere im Kontext des Klimawandels. Auch in Forschung und Öffentlichkeit besteht ein zunehmendes Interesse an einem leichteren Zugang zu vorhandenen und vergleichbar nutzbaren Bodendaten.

In der Vergangenheit hat das Umweltbundesamt (UBA) bereits in verschiedenen Vorläuferprojekten die heterogene Landschaft der amtlichen Bodendaten inventarisiert und Konzepte zu deren Weiterentwicklung entwickelt. Aufsetzend auf diesen soll im Rahmen dieses Vorhabens ein Konzept für einen Data Hub Boden (DHB) entwickelt werden.

Der DHB fungiert als zentrale technische und organisatorische Anlaufstelle für einen institutionsübergreifenden Zugang zu Bodendaten aus den verschiedenen Monitoringprogrammen des Bundes und der Länder sowie verschiedener Forschungseinrichtungen werden. Sein Ziel ist es, die Inwertsetzung von Daten aus dem Bodenmonitoring zu erhöhen, indem vorhandene Datenbestände aus bestehenden Bodenmonitoringaktivitäten zusammengeführt (Integration) und einem größeren Kreis an Personen und Institutionen zur weiteren Nutzung bereitgestellt werden (Dissemination). Fachliche Bewertungen, rechtliche Entscheidungen über Veröffentlichung, Verfremdung oder Einschränkung des Zugangs sowie die inhaltliche Verantwortung für die Daten verbleiben uneingeschränkt bei den jeweils zuständigen Datenbereitstellern.

Die Konzeption des DHB erfolgt dabei unbeschadet bestehender fachrechtlicher Regelungen, insbesondere des Geologiedatengesetzes (GeolDG). Nach § 2 Abs. 7 GeolDG bleiben bodenschutzrechtliche Bestimmungen unberührt. Bodendaten unterfallen dem Anwendungsbereich des GeolDG nur dann, wenn sie im Rahmen geologischer Untersuchungen im Sinne der staatlichen geologischen Landesaufnahme (§ 3 Abs. 1 GeolDG) erhoben wurden. Der DHB adressiert demgegenüber bodenbezogene Daten aus Umwelt-, Klima- und Bodenschutzkontexten und ersetzt keine bestehenden Zuständigkeiten, insbesondere nicht die der Staatlichen Geologischen Dienste.

Neben der Bereitstellung von Metadaten zu Beprobungen und Monitoringprogrammen soll der DHB auch die Nutzung vorhandener Messdaten mit hohem Nutzungskomfort ermöglichen. Die Bereitstellung frei zugänglicher Daten im Sinne von Open Data steht dabei außer Frage. Darüber hinaus können im DHB für berechtigte Nutzerkreise auch vertrauliche Daten verfügbar und auswertbar gemacht werden. Sofern dies durch die jeweils datenhaltende Institution ausdrücklich vorgesehen und freigegeben ist. Die Datenhoheit verbleibt dabei stets bei den datenbereitstellenden Institutionen, die Umfang, Detailgrad, Zugriffsrechte und Nutzungsbedingungen ihrer Daten festlegen. Hierfür sind geeignete Werkzeuge sowie

technische und organisatorische Maßnahmen zu entwickeln, die den sicheren, nachvollziehbaren und effizienten Umgang mit den bereitgestellten Informationen gewährleisten.

Zu den relevanten Monitoringprogrammen zählen deutschland- und landesweite Untersuchungen, die über lange Zeiträume den Bodenzustand und die Bodenqualität, die Bodenlebewesen und Bodenfunktionen sowie deren Veränderungen dokumentieren. Die im UBA-FuE-Vorhaben von Kaufmann-Boll et al. (2022) zusammengestellten Messprogramme mit fortlaufend untersuchten Messstandorten (siehe Abbildung 1) sind Gegenstand für die potenzielle Integration in den DHB. Die dort erhobenen Messdaten werden derzeit an verschiedenen Stellen gepflegt, ausgewertet und für wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung gestellt. Aufgrund unterschiedlicher Messkonzepte und verwendeter Methoden sind die jeweiligen Messdaten meist nur bedingt vergleichbar. Das im Rahmen des genannten Vorhabens angelegte Verzeichnis der Verbundstandorte beinhaltet rund 9.000 grundsätzlich geeignete Messstandorte und Untersuchungsflächen, die sich in unterschiedlicher Dichte über die gesamte Bundesrepublik verteilen. Für alle diese Standorte liegen Stammdaten und detaillierte Angaben zu Messgrößen und deren Erfassungsmethoden vor (z. B. zu Messintervallen oder zum Umfang der erfassten Begleitdaten zu Bodeneigenschaften, Klima und Bewirtschaftung), jedoch weder Messdaten noch standortscharfe Koordinaten. Diese Informationen bilden eine wesentliche Grundlage, um Anforderungen an den DHB zu formulieren, relevante Akteure zu identifizieren und geeignete Beispieldaten anzufragen. Umfassende Informationen zu den Messprogrammen – u. a. für den jeweiligen Dateninhalt, Objektartenkatalog und Darstellungskatalog (sofern vorhanden) – liegen in Kaufmann-Boll et al. (2020) vor und sind in Kaufmann-Boll et al. (2022) aktualisiert und ergänzt worden.

Abbildung 1: Gemeldete Standorte für den Klimafolgen-Bodenmonitoring-Verbund

		Verbundstandorte
International	ICP Forest, Intensiv-Untersuchungen (Level II)	74
	Integrated Carbon Observation System (ICOS) – Ökosystemmessnetz	9
	Land Use and Cover Area Frame Survey (LUCAS Soil)	2.043
Bund/Länder	Bodenzustandserhebung Wald	1.873
	Bodenzustandserhebung Landwirtschaft	3.104
	Standorte des Deutschen Wetterdienstes	580
	Umweltprobenbank des Bundes – Probenart Boden	11
	Basis-Bodendauerbeobachtung	547
	Intensiv-Bodendauerbeobachtung	79
	Monitoringprogramme der Länder: Humus NRW/BY, MUB BW	428
Forschung	Landwirtschaftliche Dauerfeldversuche	5
	Feldlysimeter: TEREÑO SoilCan, Colbitz, Britz	15
	Exploratorien zur funktionellen Biodiversitätsforschung	301
	Erosionsmessflächen	10
Summe		9.079*

■ extensiv ■ intensiv

* einzelne Standorte gehören zu mehreren Programmen (z.B. BDF, Level II), so dass die Gesamtsumme Verbundstandorte tatsächlich etwas geringer ist

Stand: Oktober 2020

Quelle: Kaufmann-Boll et al. (2022)

2 Anwendungskontexte und User Stories

Der DHB soll den Zugang zu bodenbezogenen Daten aus Monitoring- und Inventurprogrammen verbessern und deren Nutzung systematisch erleichtern. Sein inhaltlicher Schwerpunkt liegt in der Bereitstellung, Beschreibung und Nachnutzung dieser Daten einschließlich der zugehörigen Metadaten. Als integrative Plattform kann der DHB darüber hinaus ausgewählte, bereits vorhandene und öffentlich verfügbare bodenbezogene Datensätze zur fachlichen Kontextualisierung von Monitoringdaten einbinden. Die Auswahl und Einbindung solcher Kontextdaten erfolgen in Abstimmung mit den jeweils verantwortlichen Institutionen und fachlich zuständigen Gremien. Daten der staatlichen geologischen Landesaufnahme sowie bodenkundliche Grundlagendaten verbleiben in der Zuständigkeit der hierfür verantwortlichen geologischen Dienste. Sie werden durch den DHB weder ersetzt noch fortgeschrieben, können jedoch, sofern fachlich sinnvoll und abgestimmt, im DHB referenziert oder in geeigneter Form mit abgebildet werden.

Ein zentrales Element der Konzeptionsphase war der kontinuierliche Austausch mit potenziellen Nutzergruppen. In einem ersten Schritt wurde hierzu eine bundesweite Umfrage unter datenhaltenden, datenerhebenden und datennutzenden Institutionen durchgeführt. Ziel war es, bestehende Herausforderungen, konkrete Bedarfe und mögliche Nutzungsszenarien für den DHB zu erfassen. Die Ergebnisse bildeten die Grundlage für einen anschließenden Workshop, in dem gemeinsam mit Fachvertreter*innen aus Verwaltung, Wissenschaft und Praxis Anwendungsfälle diskutiert und erste Anforderungen an Funktionen, Inhalte und Strukturen des DHB entwickelt wurden. Dabei stand insbesondere die Frage im Mittelpunkt, in welchen Anwendungsfeldern der DHB künftig einen konkreten Mehrwert leisten kann und welche Anforderungen sich daraus für seine technische und inhaltliche Ausgestaltung ergeben. Diese Anforderungen werden nachfolgend in Form von User Stories dokumentiert. Diese User Stories sind das Ergebnis eines Workshops im Rahmen der Konzeptionierung und bilden die dort geäußerten Bedarfe, Ideen und Erwartungen der Teilnehmenden ab. Sie stellen jedoch keine Zusicherung bestimmter Datenumfänge, Datenquellen oder Nutzungsrechte dar, sondern dienen der strukturierten Ableitung funktionaler und organisatorischer Anforderungen an den DHB. Ob und in welcher Form einzelne User Stories umgesetzt werden, ist im Zuge der Umsetzung des DHB unter Berücksichtigung fachlicher Zielsetzungen, rechtlicher und administrativer Rahmenbedingungen sowie technischer und personeller Ressourcen zu bewerten und zu priorisieren. Die Bepunktung am Ende jeder User Story spiegelt die Priorisierung der Teilnehmenden während des Workshops wider und kann ein erster Anhaltspunkt für die Schwerpunktsetzung in der Umsetzung sein.

Zum Begriff „User Story“

„Eine User Story („Anwendererzählung“) ist eine in Alltagssprache formulierte Software-Anforderung. Sie ist bewusst kurz gehalten und umfasst in der Regel nicht mehr als zwei Sätze.“
(Quelle: Wikipedia)

Für die Formulierung der User Stories wird in der Regel folgende Vorlage verwendet:

„Als [Rolle] möchte ich [Ziel/Wunsch] damit [Nutzen/Zweck].“

In der Softwareentwicklung werden User Stories zur Spezifikation von Anforderungen eingesetzt. Im Gegensatz zu Anwendungsfällen sind sie knapper beschrieben und bieten einen ersten Überblick über die Anforderungen an ein IT-System.

2.1 User Stories Datenbereitsteller*innen

Tabelle 1 enthält die User Stories aus Sicht der Datenbereitsteller*innen. Diese Anwendergruppe wünscht sich mit hoher Priorität Vereinfachungen beim Abschluss von Datennutzungsvereinbarungen. Dabei sollen rechtssichere Verfahren effizienter, transparenter und einheitlicher gestaltet werden. Stand der Praxis ist das Schließen von bilateralen Nutzungsverträgen zwischen einzelnen Datennutzer*innen und der jeweiligen datenhaltenden Stelle. Dieser Prozess wird häufig manuell und in Papierform (bzw. in Form gedruckter und gescannter PDFs) durchgeführt und ist zeitaufwändig.

Weiterhin besteht vielfach der Wunsch, Metadaten zum eigentlichen Datensatz vollständig und in geschlossener Form zusammen mit den Daten zu veröffentlichen. Diese Metadaten enthalten wichtige Angaben zur Erhebungs- und Analysemethodik, zum Erhebungszweck und zur Datenqualität.

Es besteht ebenfalls ein großes Interesse an der Bereitstellung von Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) als Kontextdaten im DHB sowie einer besseren Integration und integrierten Bereitstellung bundesweiter Daten aus den Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF).

Tabelle 1: User Stories Datenbereitsteller*innen

ID	User Story
US0	Als Datenbereitsteller*in möchte ich, dass die Datenbereitstellung nach einem einheitlichen Standard / gemäß der aktuellen Kartieranleitung erfolgt
US1	Als Datenbereitsteller*in möchte ich, dass ich Datennutzungsvereinbarungen mithilfe von Textbausteinen semi-automatisiert erstellen kann, damit der Prozess effizienter und konsistenter wird. (12 Punkte)
US2	Als Datenbereitsteller*in möchte ich, dass alle relevanten Metainformationen mit den Daten publiziert werden, damit eine fachgerechte Nutzung möglich ist. (9 Punkte)
US3	Als zuständige Stelle für die Erhebung von Wetter- und Klimadaten in Deutschland möchte der DWD, dass seine Daten (z.B. Bodenfeuchte-/Bodentemperaturdaten) über einen DHB auffindbar sind, damit diese durch Interessierte von messnetzübergreifenden Auswertungen gefunden und verwendet werden. (4 Punkte)
US4	Als Datenbereitsteller*in möchte ich die Nutzungsstatistiken meiner eingelagerten Daten einsehen, damit ich deren Verbreitung und Nutzung bewerten kann. (2 Punkte)
US5	Als datenerhebende Stelle möchte ich meine lokal erhobenen Bodendaten anhand der im DHB verfügbaren Messwerte benachbarter Stationen abgleichen, um deren Qualität zu überprüfen. (1 Punkt)
US6	Als Wissenschaftler*in im Rahmen der Basiserhebung Biodiversität möchte ich eine Schnittstelle für den DHB etablieren, damit ich dort zukünftig die Daten und Ergebnisse der Basiserhebung publizieren kann. (1 Punkt)
US7	Als Datenbereitsteller*in möchte ich, dass verschiedene Datenportale miteinander verknüpft sind und Querverweise unterstützen, damit ich Daten nur einmal bereitstellen muss und diese für mehrere Bereitstellungspflichten genutzt werden können. (0 Punkte)

Für die Konzeption des DHB ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, Datenbereitsteller mit standardisierten Vertrags- und Freigabeverfahren für den Datenzugriff zu unterstützen, Nutzungsstatistiken zu den eingebundenen Daten zu erfassen und an die Datenbereitsteller

weiterzugeben, adäquate Datenstrukturen für relevante Metadaten zu schaffen und bundesweit verfügbaren Kontextdaten einzubinden. Dabei sind Datenschutz, die Datenhoheit der bereitstellenden Institutionen sowie differenzierte Freigabe- und Zugriffsmöglichkeiten als zentrale konzeptionelle Leitprinzipien zu berücksichtigen.

2.2 User Stories Datennutzer*innen

Tabelle 2 enthält die User Stories aus Sicht der Datennutzer*innen. Auch diese Gruppe wünscht sich in erster Linie Erleichterungen beim Erkennen von Nutzungs- und Lizenzbedingungen, die eine rechtssichere und datenschutzkonforme Verwendung von Daten gewährleisten.

Auch Nutzende wünschen sich ausführliche Metadaten, die den Datensatz bis in die einzelnen Parameter hinein ausführlich beschreiben und eine zweifelsfreie Interpretation ermöglichen.

Außerdem besteht der Wunsch nach einer zentralen Dokumentation der für die Erhebung und Auswertungen bodenbezogener Daten verwendeten Methoden. Diese zentrale Methodensammlung soll helfen die Vergleichbarkeit zwischen Datensätzen zu beurteilen, indem die angewendete Methodik transparent hinterlegt und in den Metadaten referenziert wird. Auf dieser Grundlage können Aussagen zur Vergleichbarkeit von Daten getroffen werden. Ohne eine transparente Dokumentation der Methodik führen die vielfältigen Freiheitsgrade häufig dazu, dass fachlich ähnliche Daten nur eingeschränkt vergleichbar sind oder unter Inkaufnahme erheblicher qualitativer und quantitativer Unsicherheiten ausgewertet werden können.

Viele Nutzende wünschen sich außerdem direkte Ansprechpartner*innen für Rückfragen zur Methodik und Interpretation der Daten.

Aus Sicht von Nutzer*innen wurde insbesondere Interesse an Daten von Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) geäußert. Weiterhin wurden Daten zur Bodenverdichtung, zur Bodenbiodiversität (Regenwürmer), sowie zu meteorologischen Begleitparametern genannt. Zahlreiche spezifische Auswertefragestellungen unterstreichen den Wunsch nach einer Plattform, die vielfältige Analysen unterstützt und einen einfachen Zugang zu entsprechenden Datengrundlagen bietet.

Tabelle 2: User Stories Datennutzer*innen

ID	User Story
US8 (= US0)	Als Datennutzer*in möchte ich, dass die Datenbereitstellung nach einem einheitlichen Standard / gemäß der aktuellen Kartieranleitung erfolgt
US9	Als Datennutzer*in möchte ich, dass bereits bei der Recherche klar ersichtlich ist, unter welchen Nutzungs- und Lizenzbedingungen die Daten verfügbar sind, damit ich ihre Zugänglichkeit schnell beurteilen kann. (12 Punkte)
US10	Als Datennutzer*in möchte ich eine Datenbank mit Methoden für die Datenerhebung und Auswertungen von bodenbezogenen Daten verwenden, um die Vergleichbarkeit von Daten durch homogene Methoden bei der Erhebung und Auswertung zu steigern. (9 Punkte)
US11	Als Datennutzer*in möchte ich, dass zu jedem Parameter vollständige Metadaten vorliegen, damit ich die Daten korrekt interpretieren kann. (9 Punkte)
US12	Als Wissenschaftler*in möchte ich wissen, wo es in Deutschland Bodendauerbeobachtungsflächen gibt und was dort wann gemessen wird (sog. Erhebungskulissen), damit ich über die Verfügbarkeit relevanter Bodendaten informiert bin und diese in meine wissenschaftlichen Fragestellungen einbeziehen kann. (5 Punkte)

ID	User Story
US13	Als Wissenschaftler*in möchte ich eine zuständige Kontaktperson mit Kontaktdaten auffinden können, damit ich bei Bedarf Rückfragen zur Erhebungsmethodik und zur Interpretation der Daten stellen kann. (5 Punkte)
US14	Als zuständige Behörde zur Erfüllung der Berichtspflichten im Rahmen des Soil-Monitoring-Law möchte ich Zugriff auf alle dafür erforderlichen Bodendaten haben, damit ich die gesetzlichen Berichtspflichten vollständig erfüllen kann. (5 Punkte)
US15	Als Datennutzer*in möchte ich Zugang zu umfangreichen Datensätzen zur Bodenverdichtung, insbesondere im Unterboden, erhalten, damit ich flächendeckende Analysen durchführen und Zusammenhänge zu Themen wie Sturzfluten, Trockenheit oder Wasserspeicherung erkennen kann. (3 Punkte)
US16	Als Datenerheber*in und als Wissenschaftler*in im Rahmen der Bodendauerbeobachtungsflächen möchte ich auf die Ergebnisse anderer BDFler zugreifen können, damit ich Fragestellungen wie „Ammoniumnitrat-lösliche Schwermetalle überschreiten Prüfwerte ohne das Königswasseraufschluss-Werte zu hoch sind“ einordnen kann. (3 Punkte)
US17	Als Mitarbeiter*in einer Landesbehörde möchte ich auf deutschlandweite Auswertungen typischer Individuenzahlen von Regenwürmern nach Nutzung zugreifen können, damit ich jene mit Zahlen aus meinem Bundesland vergleichen kann. (2 Punkte)
US18	Als Wissenschaftler*in möchte ich den Einfluss von Witterung u.a. auf die Bodenparameter C_{org} , pH-Werte und weitere Nährstoffe erforschen, um die Bodenvitalität abzuschätzen. (1 Punkt)
US19	Als Datennutzer*in möchte ich mit Daten aus dem DHB (Bodendaten und Nahe-Echtzeitparametern wie Bodenfeuchte und Niederschlag) Bereiche mit erhöhtem Erdrutschrisiko berechnen. (1 Punkt)
US20	Als Datennutzer*in möchte ich einen einheitlichen Zugang zu standardisierten Bodendaten, welche gemäß dem Sprachgebrauch der aktuellen Kartieranleitungen (KA4-6) erhoben bzw. in diesen migriert wurden, damit z.B. bei Bodenschutzprojekten auf die Erkenntnisse aus Alt- und Neudaten zurückgegriffen werden kann. (1 Punkt)
US21	Als Datennutzer*in möchte ich auf Transferfunktionen zugreifen können, mit welchen sich z.B. Wert A in Wert B (z.B. NO_3^- [kg/ha] $\rightarrow$ NO_3^- [ppm]) mittels Korrekturfaktor transformieren lassen, um damit die Ergebnisse methodisch unterschiedlicher Erhebungen vergleichbar zu machen. Alternativ möchte ich eine klare Aussage erhalten, ob ein solcher Transfer möglich ist. (1 Punkt)
US22	Als Wissenschaftler*in möchte ich auf eine Bewertung der Vergleichbarkeit verschiedener Analysemethoden zugreifen können, damit ich beispielsweise die Relevanz des Mahlgrads bei Königswasseranalysen fachlich einordnen kann. (1 Punkt)
US23	Als Mitarbeiter*in einer Landesbehörde möchte ich auf Fallbeispiele („Wer misst wo, wie?“) zugreifen können, damit ich die Bodenerosionsmessungen in meinem Bundesland anhand von Best-Practices verbessern kann. (1 Punkt)
US24	Als Wissenschaftler*in möchte ich auf deutschlandweite Auswertung von Trends bei C_{org} zugreifen können, damit ich Veränderungen und deren Ursachen untersuchen kann. (1 Punkt)
US25	Als Mitarbeiter*in einer Landesbehörde möchte ich auf deutschlandweite Verbreitungskarten von Regenwürmern nach Landnutzung zugreifen können damit ich diese als Grundlagenkarte für weitere Zwecke verwenden kann. (0 Punkte)

ID	User Story
US26	Als Wissenschaftler*in möchte ich auf Daten der BDF zugreifen, damit ich die Auswirkungen des Klimawandels auf den Schwermetalleintrag ins Grundwasser untersuchen kann. (0 Punkte)
US27	Als Wissenschaftler*in möchte ich auf alle dokumentierten Moorflächen zugreifen können, um den anthropogenen Einfluss auf Moorflächen zu ermitteln. (0 Punkte)

Der DHB soll Datensätze mit transparenten Lizenzinformation bereitstellen, eine zentrale Methodendatenbank vorsehen und möglichst umfassende Metadaten zu Bodenproben und Kontaktinformationen zu den erhebenden Stellen bereitstellen. Wichtig sind weiterhin Werkzeuge zur Darstellung von Erhebungskulissen sowie zur Datenrecherche und zum Datenexport.

2.3 User Stories zu Datenintegration und Schnittstellen

Neben User Stories, die klar den Funktionsbereichen „Datenbereitstellung“ und „Datennutzung“ zuzuordnen sind, gibt es auch Anforderungen, die betrieblich bzw. organisatorisch-technische Tätigkeiten umfassen. User Stories dieser Kategorie sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Die Wünsche der Nutzer*innen umfassen hier in erster Linie übersichtliche Darstellungen aller Aufnahmestandorte der Bodenmonitoringprogramme in Deutschland. Anzahl, Verteilung bzw. Dichte sowie Datenverfügbarkeiten an einzelnen Standorten geben Anhaltspunkte dafür, auf welcher Datengrundlage bundesweit Bodenindikatoren zur Erfüllung von Berichtspflichten grundsätzlich abgeleitet werden können. Anhand der Daten wird auch sichtbar, wo Lücken im Bodenmonitoring bestehen.

Weitere Wünsche umfassen die Bereitstellung von standardisierten Schnittstellen, um Daten in externe Anwendungen integrieren zu können, eine zentrale Steuerung der subsidiär strukturierten Bodenerhebungen in Deutschland, um Methoden zu vereinheitlichen und Daten besser vergleichbar zu machen.

Tabelle 3: User Stories zu Datenintegration und Schnittstellen

ID	User Story
US27	Als zuständige Stelle für das Zusammenführen von deutschlandweiten Bodenbiodiversitätsdaten möchte das Nationale Monitoringzentrum zur Bodenbiodiversität (NMZB) alle Kulissen / Messflächen / -punkte der Bodenmonitoringprogramme einsetzen können, um die Biodiversitäts-Monitoring-Kulissen ggf. zu vergleichen / Synergien zu finden. (9 Punkte)
US28	Als Koordinierungsstelle für das Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie (DAS-Monitoring) möchte das UBA die Datenerhebung, -prozessierung und Qualitätskontrolle zum Fortschreiben von bestehenden bundesweiten Indikatoren im DHB durchführen. (7 Punkte)
US29	Als zuständige Stelle für das Zusammenführen von deutschlandweiten Bodendaten möchte das NMZB, dass Informationen zu erhobenen Bodendaten (inkl. Geodaten, Metadaten, Vergleichbarkeit, Kontextdaten) gebündelt vorliegen damit bei der Weiterentwicklung von Monitoringprogrammen für berichtspflichtige Daten Synergien in der Datenerhebung genutzt werden können. (2 Punkte)

ID	User Story
US30	Als Koordinierungsstelle für das DAS-Monitoring möchte das UBA eine messnetzübergreifende Datenzusammenstellung zur Entwicklung des Indikators „Übereinstimmung mit standorttypischem Humusgehalt“. (2 Punkte)
US31	Als Herausgeber des Bodenzustandsberichts möchte das UBA LUCAS SOIL und BDF-Daten vergleichen, damit geprüft werden kann, ob EU-Bodenzustandsergebnisse mit bundesweiten Daten reproduzierbar sind. (2 Punkte)
US32	Als Portalbetreiber*in eines Webangebots zum Biodiversitätsmonitoring möchte ich über eine Schnittstelle im Index bodenbiologischer Daten suchen und Ergebnisse (Metadaten) in mein Portal integrieren. (2 Punkte)
US33	Als Mitarbeiter*in in einem übergeordneten Gremium im Bereich Boden möchte ich, dass sämtliche bodenbezogenen Monitoringprogramme zentral über den DHB zugänglich sind, damit sich auf dieser Basis niedrigschwellig ein bundesweit einheitlicher Standard für die Datenerhebung entwickelt. (2 Punkte)
US34	Als zuständige Behörde möchte das UBA einen Überblick über alle verfügbaren Daten und zukünftig verfügbaren Daten mit Bezug zum Boden bekommen, um damit neue bundesweite Indikatoren entwickeln zu können. (1 Punkt)
US35	Als Mitarbeiter*in bei einem staatlichen geologischen Dienst möchte ich, dass die Kartieranleitung KA 6 im DHB implementiert ist, damit sie sich als bundesweiter Standard etablieren kann. (1 Punkt)
US36	Als Portalbetreiber*in eines Webangebots möchte ich auf (externe) Webdienste zu harmonisierten Datenprodukten zugreifen können, damit ich diese in meinem Webviewer als begleitende Hintergrunddaten zu Biodiversitätsdaten zur Visualisierung einbinden und darstellen kann. (1 Punkt)

Der DHB soll auf Grundlage der verfügbaren Metadaten geografische Übersichten über Messnetzstandorte im Sinne von Erhebungskulissen bereitstellen und Export sowie die Weiterverwendung dieser Metadaten sowie der zugehörigen Monitoringdaten über geeignete offene Schnittstellen ermöglichen.

3 Datenarten im Data Hub Boden

Die über den DHB künftig bereitgestellten bodenbezogenen Daten werden von unterschiedlicher Art sein. In diesem Kapitel werden die relevanten Datenarten kurz beschrieben und charakterisiert. Die Definition spezifischer Datenstrukturen und -formate für einzelne im DHB bereitgestellte Daten muss fallweise erfolgen und gemeinsam mit den Datenbereitstellern und Datennutzer*innen im Netzwerk des Nationalen Bodenmonitoringzentrums (NBMZ) festgelegt werden.

Die primäre Datenart im DHB sind die Daten aus Bodenbeprobungen (Kapitel 3.1). Die weiteren Datenarten im DHB sind komplementär zu diesen Beprobungsdaten zu verstehen und dienen in erster Linie der Interpretierbarkeit, Einordnung und weiterführenden Analyse der Beprobungsdaten.

3.1 Daten aus Beprobungen

Viele Daten aus dem Bodenmonitoring in den Bereichen Bodenphysik, Bodenchemie und Bodenbiologie stammen aus Beprobungen. Die Probenahmen werden entweder direkt von datenerhebenden Stellen ausgeführt oder in deren Auftrag. Innerhalb der Beprobungsdaten sind weitere Datenarten bzw. Datenobjekte zu unterscheiden, die nachfolgend beschrieben werden.

Die Strukturierung der Datenobjekte orientiert sich an der gängigen Praxis zur Datenerhebung an Dauerbeobachtungsstellen, bei denen sich Analyseergebnisse zwischen den einzelnen Beprobungszeitpunkten teils auch sehr dynamisch ändern können; der Standort an sich bleibt i.d.R. unverändert, allenfalls ändern sich langfristig die Umweltbedingungen oder Nutzungsarten am Standort.

Prinzipiell können nach diesem Modell auch Proben aus einmaligen Erhebungen abgelegt werden, sofern diese vom methodischen Ansatz und der Flächenauswahl mit Beprobungen für Monitoringzwecke grundsätzlich kompatibel bzw. vergleichbar sind. Bis auf weiteres nicht berücksichtigt werden bestimmte Daten aus Feldversuchen, in denen Standorteigenschaften gezielt modifiziert oder Standorte atypisch ausgewählt werden, um z.B. die Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungsmaßnahmen oder die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln auf den Boden experimentell zu untersuchen. Grundsätzlich geeignet sind jedoch Daten aus Referenzflächen, die im Rahmen solcher Feldversuche ebenfalls beprobt werden.

Für die Nutzung im DHB werden Beprobungsdaten so erfasst, dass Standort-ID, Proben-ID und Analyse-ID eindeutig und referenzierbar sind. Dadurch bleiben Zeitreihen und Wiederholbeprobungen konsistent auswertbar. Die in Tabelle 4 dargestellten Datenobjekte sind ein erster Ansatz zur Strukturierung von Beprobungsdaten im DHB. Um die Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Erhebungsprogrammen und Datenquellen sicherzustellen, ist vorgesehen, sich bei der weiteren Ausgestaltung der Datenmodelle an etablierten fachlichen Referenzrahmen und bestehenden Standards zu orientieren (z. B. KA6 A2.4, Tabelle C1).

Tabelle 4: Datenobjekte für Beprobungsdaten

Datenobjekt	Beschreibung
Analyseergebnisse	Kernsatz an auswertungsrelevanten Parametern
Informationen zur Probe	Informationen zur Probenahmemethodik und Analyse-/Labormethodik, Begleitparameter
Standort	Geografischer Standort der Probenahme (Punkt bzw. Fläche, ggf. mit Anonymisierungsbedarf)
Standortbeschaffenheit und -umgebung	„Standortsteckbrief“ zu den Umweltbedingungen am Standort selbst und um den Standort herum. Bei langjährig genutzten Standorten ggf. mit Änderungen behaftet.
Zeitpunkt der Probenahme	Angabe eines möglichst exakten Zeitpunktes / Zeitraums

3.1.1 Analyseergebnisse

Die Analyseergebnisse einer Bodenprobe sind oft in unterschiedlichen Verarbeitungsgraden vorhanden. Je nach Komplexität der Aufgabenstellung sind unterschiedliche Grade der Datenverarbeitung vorstellbar. Nachfolgend werden drei typische Verarbeitungsstufen beschrieben. Relevant für den Data Hub Boden sind lediglich die Analyseergebnisse und nicht die Rohdaten.

Rohdaten

Rohdaten werden nach internen Vorgaben der datenerhebenden Stellen gewonnen und (digital) gespeichert. Die Gewinnung der Rohdaten erfolgt entweder direkt an Ort und Stelle der Probenahme oder durch spätere Auswertung im Labor. Diese Daten sollen über den DHB nicht bereitgestellt werden.

Dies ist aus technischen und administrativen Gründen sinnvoll, da Rohdaten häufig in heterogenen, teils geräte- oder laborspezifischen Formaten vorliegen und ohne detaillierte Kenntnis der jeweiligen Erhebungs- und Analyseprozesse nur eingeschränkt interpretierbar sind. Eine zentrale Vorhaltung aller Rohdaten würde daher einen hohen Aufwand für Harmonisierung, Dokumentation und langfristige Pflege erfordern, ohne einen Mehrwert für die meisten Anwendungsfälle zu bieten. Der DHB konzentriert sich stattdessen auf die Bereitstellung aufbereiteter Analyseergebnisse, die vergleichbar strukturiert und für weitergehende Auswertungen geeignet sind, während die Rohdaten bei den datenhaltenden Stellen verbleiben.

Aufbereitete Analyseergebnisse

Für die Auswertung und Weitergabe werden die Rohdaten nach einschlägigen methodischen Vorgaben weiterverarbeitet. Je nach Art der Daten werden dabei bestimmte Berechnungsschritte ausgeführt, um die Daten auf relevante Zielgrößen für den jeweiligen Verwendungszweck umzurechnen.

Aggregierte Analyseergebnisse

Werden Analyseergebnisse nicht mehr standortscharf ausgegeben, ist eine rechnerische Aggregation über mehrere Standorte hinweg unausweichlich. Die Zusammenfassung erfolgt auch in diesem Fall nach einer dokumentierten Methodik bzw. Rechenvorschrift.

Aggregierte Analyseergebnisse schränken die Nachnutzung der Daten in erheblichem Maße ein und schließen viele potenzielle Nutzungen von vornherein aus.

3.1.1 Informationen zur Probenahme und Analyse

Die Informationen zur Probe umfassen unterschiedliche Angaben, die nachfolgend genauer beschrieben werden. Sie sind zwingend erforderlich, um die gewonnenen Analysedaten interpretieren und mit ähnlichen Daten vergleichen zu können.

Für Analysen- und Begleitparameter werden im DHB kontrollierte Parameterlisten mit eindeutigen Kennungen (Parameter-ID, Einheit, Messmethode) geführt, die in den Metadaten referenziert werden. Die Ausgestaltung und Pflege dieser Parameterlisten erfolgt umsetzungsbegleitend und in enger Abstimmung mit den jeweiligen Datenbereitstellern. Ziel ist es, eine hinreichende fachliche Eindeutigkeit und Vergleichbarkeit sicherzustellen, ohne bestehende Erhebungs- oder Dokumentationspraktiken verändern zu müssen.

Methodik zur Probenahme

Um vergleichbare Ergebnisse bei der Entnahme von Proben zu erhalten, muss die Probenahme nach einer klar definierten Methodik erfolgen. Idealerweise stimmen sich Monitoringprogramme des Bundes und der Länder hinsichtlich der verwendeten Methoden für bestimmte Aufgaben ab, um räumlich und zeitlich vergleichbare Daten zu generieren. Im Idealfall sind die Methodenbeschreibungen öffentlich einsehbar und anhand einer eindeutigen Kennung datenübergreifend referenzierbar.

Methodik zur Analyse

Auch das Vorgehen bei der Analyse der Bodenprobe hat erheblichen Einfluss auf die Verwertbarkeit der Ergebnisse. Festlegung, Dokumentation und Referenzierbarkeit sollten genauso gehandhabt werden, wie bei der Methodik zur Probenahme.

In einfachen Fällen kann die Angabe beider Methoden in zusammengefasster Form erfolgen.

Entnahmetiefe

Für alle Bodenproben ist in der Regel die Entnahmetiefe relevant. Diese wird quantitativ über Ober- und Unterkante der Entnahmetiefe beschrieben.

Begleitparameter

Begleitparameter zu den Analyseergebnissen beschreiben weitere quantitative Eigenschaften, die im konkreten Auswertungskontext zur fachlichen Einordnung und Interpretation der Analyseergebnisse herangezogen werden. Der Begriff "Begleitparameter" ist dabei funktional und kontextabhängig zu verstehen und häufig nicht klar von den Analyseparametern zu unterscheiden.

Die Begleitparameter sind im Grunde sehr ähnlich zu den Analysedaten und werden entweder im Labor oder direkt vor Ort bestimmt. Ob bestimmte bodenbezogene Größen als Analyseparameter oder als Begleitparameter geführt werden, ist von der konkreten Fragestellung abhängig. Für die Datenhaltung werden Begleitparameter ähnlich wie die Analysedaten abgelegt.

Typische Begleitparameter für Bodenproben sind:

- ▶ Anteil organischer Substanz (C_{org})
- ▶ Humusgehalt
- ▶ Durchwurzelung
- ▶ Bodenfeuchte

- ▶ pH-Wert
- ▶ Trockenrohdichte
- ▶ Anteil der Trockenmasse
- ▶ Effektive Kationenaustauschkapazität

Zur Vermeidung von Fehlinterpretationen ist für Begleitparameter zwingend zu dokumentieren, in welchem räumlichen und zeitlichen Bezug sie zu den jeweils betrachteten Analyseparametern stehen (z. B. gleicher Standort, gleiche Fläche, identischer oder abweichender Erhebungszeitpunkt). Dies ist insbesondere bei zeitlich oder räumlich variablen Parametern (z. B. pH-Wert, Bodenfeuchte) von Bedeutung, da ältere oder räumlich gemittelte Werte unter Umständen nicht ohne Weiteres auf Einzelproben übertragbar sind.

3.1.2 Standort der Probenahme

Die **exakte geografische Lage** der Standorte der Probenahme ist zunächst nur der datenerhebenden Stelle bekannt. Häufig unterliegen diese Daten auch einer gewissen Vertraulichkeit, um Vandalismus an wiederholt genutzten Probepunkten zu verhindern, oder weil den Eigentümern der Flächen ein gewisses Maß an Vertraulichkeit zugesichert wurde.

Üblicherweise wird der Standort der Probenahme auch über einen internen oder externen **Identifikator** verschlüsselt. Dieser dient als eindeutige ID und macht Probenahmestandorte auch ohne Kenntnis der exakten Koordinaten eindeutig identifizierbar.

Um in bestimmten Fällen die Vertraulichkeit der Probenahmestandorte zu gewährleisten, können **Standortangaben verschleiert** bereitgestellt werden. Es existieren folgende Varianten:

1. Für weniger privilegierte Nutzergruppen wird dann **die geografische Lage in generalisierter Form** angegeben. Gängige Verfahren sind die Nutzung von Gittern mit fester Maschenweite (z.B. 1 km) oder bestimmter Typen von Regionen (z.B. administrative oder landschaftliche Gliederung). Angegeben wird dann statt der exakten geografischen Lage eine größere Fläche (Rasterzelle, Polygon). Die Auflösung ist in diesen Fällen so gewählt, dass auch unter Auswertung der Angaben zur Standortumgebung eine ausreichende Unschärfe der Standortangabe besteht.
2. Soll die geometrische Standortinformation generell nicht weitergegeben werden, kann der Standort ausschließlich via **Standort-Pseudonym** (ähnlich dem eindeutigen Standortidentifikator) angegeben sein. In diesem Fall ist zumindest erkennbar, welche Daten am gleichen Standort erhoben wurden.
3. Ist auch die Zuordnung zu einem bestimmten Standort noch nicht ausreichend, werden die **Daten über mehrere Standorte hinweg aggregiert**. Dadurch verschwindet das ortsscharfe Signal vollständig aus den herausgegebenen Daten und es werden höchstens Angaben zur Werteverteilung (Minimum, Maximum, Median, Mittelwert u. ä.) für die zusammengefassten Datenpunkte gemacht. In diesem Fall werden die herausgegebenen Analysedaten mit aggregiert und folglich verschleiert.

Mit welchem Verschleierungsgrad die Standortinformationen noch sinnvoll auswertbar sind, muss im Einzelfall festgelegt werden. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, Verschleierungsfunktionen im DHB zu implementieren, wenn die Regeln für das Verschleierungsverfahren klar beschrieben werden können. Der Verschleierungsgrad wird von der datenhaltenden Stelle festgelegt und im Metadatensatz zusammen mit einer Begründung und dem genutzten Verfahren dokumentiert.

3.1.3 Angaben zur Standortbeschaffenheit und -umgebung

Häufig werden zum Standort der Probenahme weitere **charakteristische Eigenschaften der Umgebung** erfasst bzw. dokumentiert. Typisch sind Angaben zum Bodentyp, der Bodenform, dem geologischen Untergrund, zur Landbedeckung und zur vorherrschenden Nutzung am Standort. Je nach Art und Zielstellung der Probenahme können auch entferntere Objekte oder Charakteristika mit aufgenommen werden, wie z.B. die Nähe zu Verkehrswegen, Industrieanlagen, landwirtschaftlichen Betrieben oder Schutzgebieten. Einige dieser Eigenschaften lassen sich auch nachträglich noch anhand der exakten geografischen Lage bestimmen. Da sich jedoch die Umgebung im zeitlichen Verlauf ändern kann (z.B. durch Überbauung, Entsiegelung, Renaturierung, Fruchtwechsel auf landwirtschaftlich genutzten Flächen etc.), müssen bestimmte veränderliche Eigenschaften der Umgebung in ausreichender zeitlicher Nähe zur eigentlichen Probenahme erfasst und dokumentiert werden. Im Zuge der weiteren fachlichen und technischen Ausgestaltung der Datenmodelle ist vorgesehen, die Standortbeschreibung bei Bedarf um Angaben aus einer bodenkundlichen Standortansprache bzw. Bodenaufnahme zu erweitern, sofern diese von den Datenbereitstellern erhoben und bereitgestellt werden.

3.1.4 Zeitpunkt der Probenahme

Wichtig ist auch der **Zeitpunkt** der Probenahme. Genau genommen werden sämtliche Proben über eine (wenngleich möglicherweise sehr kurze) **Zeitspanne** genommen. In einigen Fällen werden Proben auch über einen längeren Zeitraum gewonnen, z.B. um Schadstoffe in einer bestimmbar Menge aufzukonzentrieren. Je nach Art und Dynamik der aufgenommenen Daten kann der Zeitpunkt unterschiedlich scharf definiert sein

3.1.5 Datenstrukturen für Metadaten und Analyseergebnisse

Konkrete Datenstrukturen für Metadaten und Analyseergebnisse sind in drei Bereichen zu treffen:

1. Für die Datenübernahme bzw. den **Datenimport** von den Datenbereitstellern (vgl. auch Kapitel 6)
2. Für die systeminterne **Speicherung** und Nutzung
3. Für den **Datenexport** bzw. die Datenweitergabe an die Nutzer*innen

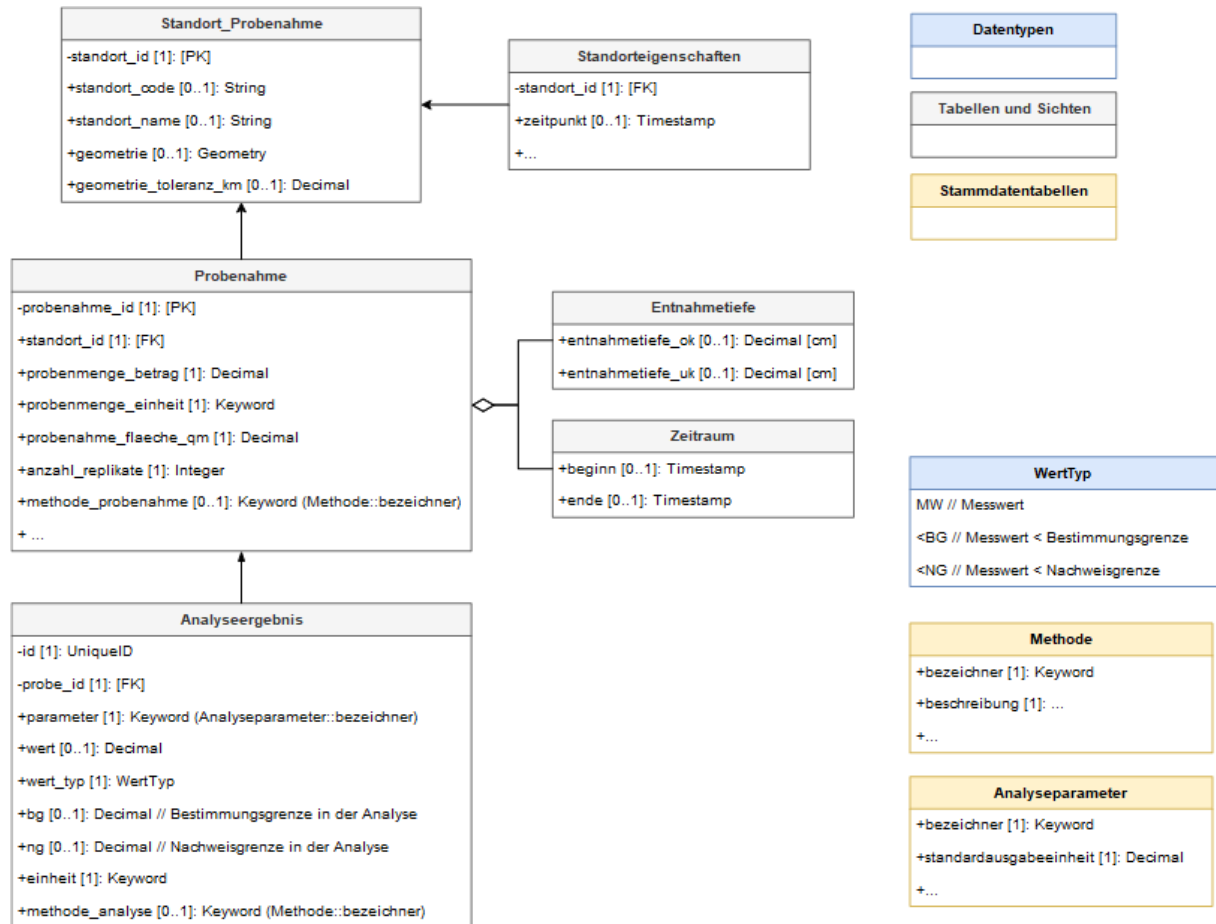
Die Definition geeigneter Datenstrukturen ist für jeden Teildatenbestand gesondert zu treffen. Insbesondere im Bereich der Daten aus Beprobungen sind in der Praxis zahlreiche Einzellösungen anzutreffen und eine Aufgabe für den DHB besteht in der Bereitstellung homogener Daten für seine Nutzer*innen.

Um ein gewisses Maß an Einheitlichkeit über die Inhalte des DHB zu gewährleisten, ist der schrittweise Aufbau einer einheitlichen Datenstruktur grundsätzlich von Vorteil. Diese Datenstruktur sollte jedoch unbedingt betriebsbegleitend entwickelt werden. Auswertungen vorangegangener Projekte und Datenbestände zum Umweltmonitoring haben gezeigt, dass eine verfrühte Entwicklung von Datenmodellen ohne ausreichende Empirie häufig zu unzureichenden Datenmodellen führt, die in ihrer Tiefe und Komplexität Nutzer*innen und Datenlieferant*innen gleichermaßen überfordern.

Eine erste Konzeptionsgrundlage für die systeminterne Speicherung ist in Abbildung 2 dargestellt. Das Modell orientiert sich an qualitätsgesicherten, aggregierten Analyseergebnissen aus den Bereichen Bodenchemie und Bodenbiologie und bietet für Daten aus diesen Domänen eine Reihe von Freiheitsgraden, die für die spätere Interpretation und Auswertung der Daten benötigt werden. Eine möglichst hohe fachliche Genauigkeit der Datenspeicherung wird dabei

insbesondere in der eindeutigen Zuordnung von Analyseergebnis, Standort, Entnahmetiefe und Erhebungszeitpunkt angestrebt, um die Nutzungs- und Auswertemöglichkeiten möglichst nicht einzuschränken. Aus dem dargestellten Datenmodell lassen sich zusätzliche Sichten ableiten, die später zur Umsetzung von Filter- und Generalisierungsfunktionen genutzt werden können.

Abbildung 2: Konzeptionsgrundlage für systeminterne Speicherung von Beprobungsdaten



Quelle: eigene Darstellung, PIKOBAYTES GmbH

Für den **Datenexport** sind tabellenorientierte Formate, die die Analyseergebnisse datums- und standortscharf in verschiedenen Attributspalten führen, anwendungsfreundlicher und damit besser geeignet. Je nach Homogenität oder Heterogenität des Datenbestandes kann es sinnvoll sein, weitere Attributspalten für Methodik und Begleitparameter vorzusehen. Sollte eine einfache Tabellenstruktur nicht mehr ausreichend sein, müssen in diesen Fällen adäquate Lösungen entwickelt werden.

3.2 Ortsfeste in-situ Messdaten

Einige bodenbezogene Parameter können ohne eine Beprobung im engeren Sinne gewonnen werden. Typische Beispiele dafür sind Bodenfeuchte und Bodentemperatur. Beide werden häufig durch forst- und agrarmeteorologische Messstationen erhoben und erfassen folglich meteorologische Parameter (Temperatur, Niederschlag, Luftfeuchte, ...) mit. Datenaufnahme und -übertragung erfolgen in der Regel automatisch und weitgehend unbeaufsichtigt.

Für solche Daten lassen sich drei verschiedene Teildatenbestände identifizieren.

Daten zum Messstandort

Messstationen verbleiben über den Betriebszeitraum in der Regel am gleichen Standort. In Einzelfällen kann es auch zu Standortverlegungen kommen. Die Identifikation des Standorts erfolgt ähnlich wie bei den Daten aus Beprobungen: Die exakte geografische Lage ist bekannt und wird von vielen Messnetzbetreibern auch in dieser hohen Genauigkeit weitergegeben. In Einzelfällen werden Standortkoordinaten verschleiert bzw. in der Genauigkeit reduziert. Gründe hierfür können insbesondere der Schutz sensibler Infrastrukturen sowie die Vermeidung unerwünschter Folgewirkungen aus der Interpretation der Messdaten sein, etwa im Zusammenhang mit stofflichen Gehalten und möglichen rechtlichen oder wirtschaftlichen Konsequenzen. Aspekte wie gezielter Vandalismus können an einzelnen Standorten ebenfalls eine Rolle spielen.

Zeitreihendaten der aufgenommenen Messwerte

Die von den Messstationen aufgenommenen Daten sind Zeitreihendaten, d.h. jeder Messwert eines Sensors ist mit einem entsprechenden Zeitpunkt verknüpft. Die Ausgabe erfolgt in der Regel in einer tabellarischen Datenstruktur mit Attributspalten zu Zeitpunkt und Messwert(en).

Die Bereitstellung der Daten kann in unterschiedlichen Qualitäten erfolgen. Gängige Qualitätslevel sind (1) plausibilisiert, (2) technisch geprüft und (3) ungeprüfte Rohdaten. Plausibilisierte Daten haben die höchste Qualität, in technisch geprüften Daten sind zumindest grobe Ausreißer entfernt. Ungeprüfte Rohdaten unterliegen keiner besonderen Validierung. Die Qualitätssicherung der Messwerte handhaben die Betreiber unterschiedlich. Eine Plausibilisierung ist besonders aufwändig und wird oft nur in größeren zeitlichen Abständen oder gar nicht durchgeführt. Technische Prüfungen erfolgen oftmals betriebsbegleitend. In einigen Fällen sichert der Betreiber für ältere Daten eine höhere Qualität und für sehr aktuelle Daten eine geringere Datenqualität zu. In einigen Fällen werden für jeden Datenpunkt auch Qualitätsinformationen (z.B. in Form eines Flags bzw. einer zusätzlichen Attributspalte) für jeden Messwert ausgegeben.

Daten zur Messtechnik und Wartung

Für die ortsfeste Messung können Messfühler (Sensoren) mit unterschiedlichen Messprinzipien zum Einsatz kommen. Für gehobene Ansprüche an die Auswertegenauigkeit ist es oft wichtig zu wissen, welche Sensortechnik zum Einsatz kommt, welches Messprinzip darin angewendet wird und welche Genauigkeiten der Hersteller zusichert. Diese Informationen liegen bei den Messnetzbetreibern in der Regel vor, und werden in einigen Fällen auch öffentlich herausgegeben.

3.3 Statische räumlich aufgelöste Kontextdaten mit Bezug zum Boden

Für die Bearbeitung vieler bodenbezogener Fragestellungen werden eher nicht-dynamische und in diesem Sinne „statische“ flächenbezogene Kontextdaten benötigt. Je nach Auswerteaufgabe sind unterschiedliche Kontextdaten vorstellbar, die im Einzelfall benötigt werden könnten. Gleichzeitig gibt es eine Reihe häufig genutzter Kontextdaten, die für viele Aufgaben relevant sind und deshalb in Viewern und möglichen Auswertefunktionen im DHB verfügbar sein sollten.

Die folgende Liste führt einige erste Datensätze auf, die grundlegend von Interesse sind:

- ▶ Eine topografische Basiskarte (z.B. via basemap.de¹)
- ▶ Ein hochaufgelöstes Satelliten- bzw. Luftbild

¹ <https://basemap.de/>

- ▶ Corine Land Cover²
- ▶ BÜK200 oder BÜK250 der BGR³
- ▶ DGM Deutschland in bestmöglicher Auflösung⁴

Die aufgeführten Datensätze stellen beispielhaft bundesweit verfügbare und häufig genutzte Kontextdaten dar. Darüber hinaus existieren in vielen Fachkontexten und auf unterschiedlichen administrativen Ebenen weiterführende, teilweise deutlich höher aufgelöste thematische Kartenwerke, etwa zu Erosionsgefährdung, Dauergrünlanderhaltung oder zur Umsetzung agrar- und umweltrechtlicher Vorgaben (z. B. GLÖZ-Standards).

Auch solche Datensätze sind im DHB als Kontextdaten zu verstehen. Ihre Einbindung kann – sofern rechtlich und organisatorisch möglich – auf unterschiedlichen geografischen Ebenen und in unterschiedlichen Auflösungen erfolgen. Ziel ist es, den Nutzern die Möglichkeit zu geben, je nach Fragestellung zwischen verschiedenen Kontextinformationen zu wählen oder diese kombiniert zu nutzen, ohne dass damit eine fachliche Priorisierung oder Bewertung durch den DHB verbunden ist.

Die gemeinsame Charakteristik dieser Datensätze besteht in folgenden Eigenschaften:

- ▶ Sie liegen im Regelfall flächendeckend als Raster- oder Vektordaten für die Nutzung in GIS vor und können in der Regel auch als Geodatendienste bezogen und eingebunden werden
- ▶ Sie repräsentieren räumliche Eigenschaften, die sich kaum bzw. nur sehr langsam ändern
- ▶ Sie werden von den Bereitstellern gelegentlich in neuen Versionen fortgeschrieben. Gründe für die Bereitstellung neuerer Versionen sind
 - die Verfügbarkeit aktuellerer Datengrundlagen und / oder
 - die Nutzung einer veränderten Methodik in der Erstellung des Datensatzes.

Im Unterschied zu vielen anderen Datensätzen findet hier eine explizite Versionierung auf Seite der Datenbereiter statt.

Für die Nutzung dieser Daten im DHB sollten zukunftssichere und leistungsfähige Datenformate gewählt werden, die eine ausreichend hohe Leistung in der Datenverarbeitung und Darstellung in Webanwendungen sicherstellen. Für Rasterdaten bietet sich die Nutzung von GeoTiff bzw. Cloud-optimized GeoTiff (COG) an. Vektordaten sollten in leistungsfähigen Geodatenbanken (z.B. PostgreSQL/PostGIS) abgelegt werden. Für die Auslieferung ist neben einschlägigen OGC-Schnittstellen die Nutzung von Vector Tiles zu erwägen. Im Zuge der Einbindung ist zu klären, ob externe Webdienste dafür eingebunden werden können oder ob eine zusätzliche Speicherung im DHB erforderlich ist (vgl. Kapitel 6.3).

Sollten die Daten bereits von anderen Institutionen in passenden Formaten und mit den erforderlichen Servicegarantien (Quality of Service, QoS) als Webdienst bereitgestellt werden, ist zu prüfen, ob eine direkte Einbindung möglich ist.

² <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>

³ <https://geoportal.bgr.de/mapapps/resources/apps/geoportal/index.html?lang=de&stateId=be7b9d2b-9859-4a9e-bb9d-2b98595a9ed5#/geoviewer>

⁴ <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/digitale-gelandemodelle.html>

Einige der genannten Datensätze sind lediglich für behördliche Nutzer*innen kostenfrei. Da der Zugriff auf Inhalte des DHB grundsätzlich über eine Gruppen- und Nutzerverwaltung gesteuert wird, kann die Freischaltung solcher Datensätze über ein einfaches Rollensystem gesteuert werden.

3.4 Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung

Fernerkundungsdaten, die für größere Flächen insbesondere mit Satelliten erhoben werden, sind auch für bodenbezogene Fragestellungen interessant. Insbesondere neuere Satellitenmissionen liefern für große Teile des elektromagnetischen Spektrums Daten (Radar, Multispektral- und Hyperspektralscanner) in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung. Die so entstehenden Datenmengen sind enorm und werden in Europa, z.B. über die Infrastruktur des Erdbeobachtungsprogramms „Copernicus“, zum Großteil öffentlich bereitgestellt.

Fernerkundliche Daten fließen immer häufiger in klassische flächenbezogene Datensätze (z.B. zu Landnutzung und Vegetationsbedeckung) ein oder werden vollständig zu deren Erzeugung eingesetzt (z.B. LiDAR-Befliegungen für digitale Höhenmodelle).

Der DHB priorisiert abgeleitete, bodenrelevante Produkte (z. B. NDVI-Zeitreihen, Bodenbedeckung, Reliefparameter). „Normale“ optische oder multispektrale Satellitenbilder sind weniger relevant. Aufgrund der enormen Datenmengen und der an sich geringen Spezifik für den Bereich „Boden“ wird auf die Bereitstellung allgemeiner Fernerkundungsdaten, z.B. im Sinne (multispektraler) multitemporaler Satellitenbilder oder Radaraufnahmen, im DHB zunächst verzichtet. Im Bedarfsfall können diese Daten über die einschlägigen Portale für spezifische Aufgaben bezogen werden.

3.5 Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Modellierung

Neben empirisch gewonnenen räumlich und zeitlich aufgelösten Datensätzen, die vorwiegend aus der Fernerkundung stammen, existieren auch ähnliche Datensätze aus der Modellierung. Insbesondere im Bereich der Klimaaanalyse werden nicht nur die einschlägig bekannten Analysen der atmosphärischen Bedingungen zur Untersuchung und Modellierung des Klimawandels durchgeführt. Es gibt auch einzelne Datensätze, mit engem Bezug zum Boden. Zu nennen sind hier in erster Linie:

- ▶ ERA5-Daten⁵ aus Klimareanalysen, die unter anderem Daten zur Bodenfeuchte enthalten und täglich aktualisiert werden
- ▶ Die Daten vom Dürremonitor des UFZ⁶
- ▶ Bodenfeuchteprodukte des DWD⁷

Diese Daten liegen als Rasterdaten in unterschiedlichen Quellformaten vor (GRIB, NetCDF, ASCII Grid), die für die Visualisierung und Nutzung in GIS und Webanwendungen zunächst aufbereitet werden müssten.

Innerhalb dieser Datensatzart wurden für den DHB bisher nur Daten zur Bodenfeuchte als relevant identifiziert. Die ERA-5-Daten haben gegenüber den beiden anderen Datensätzen den Vorteil, dass sie viele weitere meteorologische Parameter enthalten und aus einem umfassenden globalen Wettermodell stammen. Die Daten des Dürremonitors des UFZ und des DWD sind

⁵ <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land>

⁶ <https://www.ufz.de/index.php?de=37937>

⁷ https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/daily/soil_moist/

stärker auf den deutschen Raum ausgerichtet und haben für dieses Gebiet möglicherweise eine bessere Genauigkeit und einen größeren Detailgrad. Fragen hinsichtlich der Datenqualität müssen jedoch zunächst im Detail geklärt werden, um zu klären, wie groß der Mehrwert dieser Datensätze ist und dann eine belastbare Entscheidung zur Datenübernahme zu fällen. Erst danach sollten weitere Schritte zur Datenübernahme in den DHB unternommen werden.

3.6 Allgemeine Metadaten

Für alle im DHB geführten Datenarten sind allgemeine Metadaten erforderlich, die eine fachlich korrekte Nutzung, Einordnung und Weiterverarbeitung der Daten ermöglichen. Diese Metadaten dienen insbesondere der Auffindbarkeit, der zeitlich-räumlichen Referenzierung, der fachlichen Kontextualisierung sowie der rechtlichen Einordnung der Daten. Die Metadaten gelten datenartenübergreifend und sind unabhängig vom jeweiligen Bereitstellungsweg oder Datenformat. Sie stellen keine eigenständige Datenart dar, sondern beschreiben die Eigenschaften, Inhalte und Kontexte der jeweiligen Datensätze. Zu den zentralen Metadatenkategorien zählen insbesondere Angaben zum räumlichen und zeitlichen Bezug, zur fachlichen Einordnung (z. B. Parameter, Aggregationsniveau), zur Herkunft der Daten sowie zu bestehenden Nutzungs- und Zugriffsbeschränkungen. Die konkrete Ausgestaltung und Detaillierung der Metadaten erfolgt im Zuge der Umsetzung und in Abstimmung mit den jeweiligen Datenbereitstellern. Ziel ist es, eine hinreichende Transparenz und Nachvollziehbarkeit sicherzustellen.

4 Nutzergruppen im Data Hub Boden

Der DHB soll künftig recht verschiedene Nutzergruppen mit sehr unterschiedlichen Interessen bedienen. Die Arbeitsbeschreibung des NBMZ sowie die Identifikation erster Anwendungskontexte und User Stories gibt jedoch einen guten Einblick in die Breite der Nutzung und identifiziert einige funktionale, inhaltlich und technisch-organisatorische Schwerpunkte.

Auch wenn eine vollständige Auflistung aller Nutzergruppen und eine detaillierte Darstellung ihrer Aufgaben, Interessen und Wünsche in kleinteiliger Form nicht möglich ist, lassen sich anhand übergeordneter Merkmale und Aufgaben bestimmte funktionsbezogene Nutzergruppen auf übergeordneter Ebene klar identifizieren und gegeneinander abgrenzen. Im DHB lassen sich drei Tätigkeitsbereiche unterscheiden: Datenbereitstellung, Datennutzung und Datenkoordination. Ergänzend tritt die Öffentlichkeit als vierte, passive Nutzergruppe hinzu. Diese Rollen werden nachfolgend beschrieben und hinsichtlich ihrer Tätigkeiten im DHB genauer charakterisiert.

4.1 Sonderrolle des NBMZ

Für ein sektorenübergreifendes Bodenmonitoring in Deutschland nimmt das NBMZ eine übergreifende Informations- und Koordinierungsfunktion wahr. Ziel ist es, die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern, Wissenschaft und Behörden im Bereich des Bodenmonitorings zu unterstützen und zu strukturieren. Die koordinierende Stelle des NBMZ ist am Umweltbundesamt in Dessau angesiedelt. Das NBMZ ist Ansprechpartner für querschnittliche, systembezogene Fragestellungen zum Bodenmonitoring in Deutschland, insbesondere zu bestehenden Monitoringprogrammen, Datenverfügbarkeiten, Schnittstellen und Koordinationsbedarfen.

Mit einer klaren institutionellen und personellen Zuständigkeit liegt die Fachaufsicht für den DHB und dessen Betrieb bei der Koordinierungsstelle NBMZ. Die Fachaufsicht erfüllt in erster Linie operative Aufgaben zu Konzeption, Weiterentwicklung und Betrieb des DHB. Hierzu zählen die Festlegung und Priorisierung des Funktionsumfangs des DHB sowie die organisatorische Abstimmung mit den beteiligten Akteuren.

Perspektivisch kann der DHB als zentrale Anlaufstelle für Informationsanfragen zu Bodendaten genutzt werden. In diesem Rahmen kann die Koordinierungsstelle des NBMZ als erster Ansprechpartner fungieren und diese über den DHB koordinieren. Ziel ist es, informationspflichtige Stellen, insbesondere Bund- und Länderinstitutionen, organisatorisch zu entlasten. Eine Übernahme der rechtlichen Entscheidung über den Informationszugang ist damit nicht verbunden und erfolgt ausschließlich im Rahmen der jeweils geltenden Zuständigkeiten.

Tätigkeiten der eigenständigen Datenauswertung, Berichterstattung oder Politikberatung gehören nicht zum operativen Aufgabenbereich der Fachaufsicht des DHB. Sofern Mitarbeitende der koordinierenden Stelle des NBMZ im Einzelfall zu Auswertungszwecken auf Daten des DHB zugreifen, gelten für sie die gleichen Regeln und Zugriffsberechtigungen wie für andere Datennutzergruppen.

4.2 Funktionsbezogene Nutzergruppen im Data Hub Boden

Neben der Fachaufsicht werden im DHB weitere funktionsbezogene Nutzergruppen unterschieden. Diese Differenzierung dient der sachgerechten Umsetzung unterschiedlicher Nutzungsanforderungen und Zugriffsbeschränkungen bei bodenbezogenen Daten. Im Zuge der Bearbeitung einer spezifischen Aufgabe ist ein Vollzugriff auf den Datenbestand untypisch.

Gleichzeitig unterliegen bodenbezogene Daten häufig Nutzungseinschränkungen und/oder Vertraulichkeitseinstufungen, sodass eine pauschale Weitergabe aller vorhandenen Daten an diesen Personenkreis nicht möglich ist (siehe Kapitel 5). Der Datenzugang erfolgt daher grundsätzlich abgestuft nach Nutzergruppen, Datenarten und vereinbarten Nutzungsbedingungen.

Datenauswertende Nutzergruppen

Diese „Detailgrade“ und „Bestimmungen zur Weiternutzung“ sind nach dem derzeitigen Stand für bestimmte bodenbezogene Datenarten und Datenlieferungen fallweise mit den jeweiligen Datenbereitstellern abzustimmen. In der aktuellen Praxis erfordert dies häufig den Abschluss bilateraler Nutzungsvereinbarungen zwischen datenhaltenden Stellen und einzelnen Nutzer*innen. Diese Abstimmungsprozesse sind vielfach zeitaufwändig, wenig standardisiert und nur begrenzt skalierbar.

Für diesen Problemkomplex soll der DHB künftig einen Mechanismus bereitstellen, der diese Prozesse stark vereinfacht und die Zahl der erforderlichen Einzelvereinbarungen zur Datennutzung reduziert. Dabei bleibt die Entscheidungshoheit über Detailgrad, Nutzungsbedingungen und Nutzerkreis jeweils bei den Datenbereitstellern. Der DHB setzt diese Freigaben ausschließlich technisch um.

Im Rahmen dieses Mechanismus kann ein Teil der datenauswertenden Nutzer*innen, z.B. wissenschaftliche Einrichtungen, auf Grundlage definierter Nutzungsbedingungen privilegierten Zugriff auf nicht-öffentliche Daten erhalten, etwa im Rahmen eines Club-Modells (vgl. Kapitel 5.3).

Öffentlichkeit

Eine gesonderte Nutzergruppe ist die „Öffentlichkeit“. Diese hat Zugriff auf Daten, die von den informationspflichtigen Stellen als unkritisch eingestuft und rechtssicher zur allgemeinen Nutzung freigegeben wurden. Die Nutzung erfolgt anonym unter gängigen Open-Data-Lizenzen. Der unter dieser Rolle sichtbare und nutzbare Datenbestand ist jedoch nur eine vergleichsweise kleine Teilmenge des gesamten Datenbestandes und umfasst für bestimmte Datenarten lediglich stark generalisierte Daten.

Datenbereitstellende

Die Gruppe der Datenbereitstellenden umfasst diejenigen Stellen, die Daten an den DHB liefern. Datenbereitstellende behalten jederzeit Zugriff auf die von ihnen gelieferten Daten und können festlegen, welche ihrer Daten im DHB geführt, in welchen Detailgraden bereitgestellt und von welchen Nutzergruppen sie genutzt werden. Für Aufgaben der Wirkungs- und Erfolgskontrolle können Datenbereitstellende Informationen über die Nutzung ihrer Daten erhalten. Der DHB soll Nutzungskennzahlen bereitstellen, die sich technisch mit einem vertretbaren Aufwand gewinnen lassen.

Verhältnis zum Umweltinformationsgesetz

Die im Data Hub Boden vorgesehenen Nutzergruppen und Zugriffsebenen bauen auf den gesetzlichen Auskunftspflichten nach dem Umweltinformationsgesetz (UIG) auf und ersetzen diese nicht. Unabhängig von der Zuordnung zu einer Nutzergruppe bleibt der Anspruch jeder Person auf Zugang zu Umweltinformationen nach Maßgabe des UIG unberührt. Der DHB setzt entsprechende Freigabeentscheidungen der informationspflichtigen Stellen ausschließlich technisch um.

Tabelle 5: Funktionsbezogene Nutzergruppen im DHB

Funktionsbeschreibung	Beschreibung
Fachaufsicht DHB	„Kernteam“ mit Vollzugriff auf den Gesamtdatenbestand. Der Vollzugriff darf ausschließlich zu operativen Zwecken erfolgen. Eine Nutzung der Daten zu Auswertungs- oder Forschungszwecken ist nicht gestattet.
Privilegierte Datenauswertung	Diese Nutzergruppe ist zahlenmäßig groß und heterogen. Ihr Hauptinteresse besteht in der Ausführung von (1) Datenrecherchen, (2) Einsicht in vorgefertigte Reports und ad-hoc-Auswertung sowie (3) dem Datenabruf für komplexe Analysen in einer externen Arbeitsumgebung. Der privilegierte Zugriff auf nicht-öffentliche Daten erfolgt nach einem Club-Modell (vgl. Kapitel 5.3) auf Grundlage einer ausdrücklichen Freigabe durch die jeweiligen Datenbereitsteller.
Öffentlichkeit	Der Personenkreis „Öffentlichkeit“ hat unprivilegierten Zugriff auf die Inhalte und Funktionen des DHB. Diese umfassen einfache Datenrecherchen, Einsicht in Reports und ad-hoc-Auswertungen sowie den Download freigegebener Datensätze. Im Unterschied zur Funktionsgruppe „Privilegierte Datenauswertung“ beschränkt sich der Zugriff auf Daten, die von den informationspflichtigen Stellen UIG-konform zur allgemeinen Nutzung freigegeben wurden.
Datenbereitsteller	Datenbereitsteller liefern Daten auf unterschiedlichen technischen Wegen an den DHB. Diese Daten werden im Regelfall im DHB vorgehalten und stehen den übrigen Nutzergruppen in unterschiedlichem Detailgrad, mit unterschiedlichen Nutzungsbestimmungen und Vertraulichkeitseinstufungen sowie in unterschiedlichen Formaten zur Verfügung. Die Aspekte der Datenübernahme, Verarbeitung und Datenweitergabe werden fallweise mit der Fachaufsicht abgestimmt. Datenbereitsteller sollen nachvollziehen können, welche Nutzergruppen auf ihre Daten zugreifen dürfen und – soweit mit vertretbarem Aufwand technisch feststellbar – wie häufig ihre Daten aufgerufen und genutzt werden.

5 Nutzungsvereinbarungen im DHB

Der DHB stellt Bodendaten mit unterschiedlichen Schutzbedarfen für verschiedene Nutzergruppen bereit. Damit diese Daten rechtssicher genutzt werden können, braucht es klare und praxistaugliche Nutzungsvereinbarungen zwischen Datenbereitstellenden und Datennutzenden.

Aus heutiger Sicht werden solche Vereinbarungen meist in Form individueller, bilateraler Verträge geschlossen. Das führt zu einem hohen Abstimmungsaufwand und teils erheblichen Rechtsunsicherheiten auf Seite der Datennutzenden (vgl. Kapitel 5.2).

Im DHB soll dieser Prozess künftig stärker standardisiert werden. Grundlage ist ein Club-Modell, bei dem die Datenhoheit stets bei den Datenbereitstellenden verbleibt (vgl. Kapitel 5.3). Sie entscheiden,

- welche Daten sie in welcher Qualität bereitstellen,
- welchen Nutzergruppen diese Daten zugänglich sind und
- unter welchen Bedingungen diese Daten genutzt und weitergegeben werden dürfen.

Die in diesem Kapitel beschriebenen Nutzungsvereinbarungen verfolgen drei Ziele:

1. Die Einhaltung der geltenden Rechtsvorgaben (insb. Umweltinformationsgesetz).
2. Die transparente und verständliche Beschreibung der Pflichten für alle beteiligten Stellen.
3. Die Sicherstellung ausreichender Gestaltungsspielräume für Bund, Länder und andere Datenbereitstellende, damit unterschiedliche organisatorische und fachliche Voraussetzungen berücksichtigt werden können.

Auf dieser Basis werden im Folgenden der rechtliche Rahmen (Kapitel 5.1), der Status quo der bisherigen Vertragslandschaft (Kapitel 5.2) sowie das Club-Modell des DHB und seine konkrete Ausgestaltung (Kapitel 5.3 ff.) beschrieben.

5.1 Zusammenfassung der wesentlichen rechtlichen Aspekte

5.1.1 Grundprinzip: Öffentlichkeit und aktive Informationspflicht

Der DHB ist ein informationstechnisches System zur aktiven und systematischen Verbreitung von Umweltinformationen im Bereich der Bodendaten. Nach § 10 Abs. 1 des Umweltinformationsgesetzes (UIG) haben informationspflichtige Stellen die Aufgabe, die Öffentlichkeit „aktiv und systematisch“, d.h. unabhängig von einem konkreten Informationsantrag, zu informieren (Engel 2016, § 10 UIG, Rn. 8). Langfristig soll diese aktive Verbreitung den individuellen Informationszugang auf Antrag weitgehend ersetzen (Engel 2016, § 10 UIG, Rn. 1).

Die Begriffe „aktiv“ und „systematisch“ sind im Gesetz bewusst offen formuliert und eröffnen einen erheblichen Gestaltungsspielraum für die konkrete Ausgestaltung der Veröffentlichungsprozesse. Wie Schomerus (2020, S. 253) hervorhebt, verpflichtet § 10 UIG zwar zur regelmäßigen und strukturierten Informationsbereitstellung, lässt aber zugleich Flexibilität hinsichtlich des technischen „Wie“ zu. Für den DHB bedeutet dies, dass er informationspflichtige Stellen bei der Umsetzung der Veröffentlichungspflichten unterstützen kann, indem Veröffentlichungsprozesse an die föderalen Strukturen, die Vielfalt der Datenbereitsteller und die technische Architektur des Systems angepasst werden, soweit dem

keine rechtlichen oder vertraglichen Vorgaben entgegenstehen und die Zielrichtung einer offenen und verlässlichen Informationsbereitstellung gewahrt bleibt.

„Der Zweck des UIG ist es, den rechtlichen Rahmen für den freien Zugang zu Umweltinformationen bei informationspflichtigen Stellen sowie für die Verbreitung dieser Umweltinformationen zu schaffen“ (§ 1 Abs. 1 UIG). Dieser Öffentlichkeitsgrundsatz des § 1 Abs. 1 UIG besagt, dass Umweltinformationen grundsätzlich öffentlich und ohne Einschränkungen verbreitet werden sollen. Die Ausnahmen hiervon sind abschließend geregelt und eng auszulegen. Ein Grundsatz, der durch das Völkerrecht und das EU-Recht unterstrichen wird und mehrfach vom Bundesverwaltungsgericht bestätigt wurde. Für den DHB bedeutet dies, dass seine technische Ausgestaltung darauf ausgerichtet ist, informationspflichtige Stellen bei der möglichst offenen, umfassenden und strukturierten Veröffentlichung von Bodendaten zu unterstützen. Der Öffentlichkeitsgrundsatz bildet dabei den normativen Kern, an dem sich die Architektur und Funktionalität des DHB orientieren, ohne bestehende Bereitstellungswege zu ersetzen oder zusätzliche rechtliche Verpflichtungen zu begründen.

5.1.2 Ausnahmen nach §§ 8 und 9 UIG und ihre Bedeutung für den DHB

Die §§ 8 und 9 UIG regeln abschließend, unter welchen Voraussetzungen Umweltinformationen nicht oder nur eingeschränkt öffentlich bereitgestellt oder herausgegeben werden dürfen. Diese Ausnahmen sind nach ständiger Rechtsprechung eng auszulegen, da sie den grundsätzlichen Zugang der Öffentlichkeit zu Umweltinformationen beschränken. Für den DHB besitzen sie eine doppelte Relevanz:

- (1) Sie bestimmen, welche Bodendaten öffentlich verbreitet werden dürfen, und
- (2) sie legen fest, ob Auskunftsansprüche auf nicht veröffentlichte Daten vollständig oder teilweise abgelehnt werden können.

5.1.2.1 Öffentliche Belange (§ 8 UIG)

Zu den öffentlichen Belangen, die einer Veröffentlichung oder Herausgabe entgegenstehen können, zählen insbesondere:

- wesentliche Güter der öffentlichen Sicherheit (§ 8 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 UIG),
- der Zustand der Umwelt und ihrer Bestandteile (§ 8 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 UIG).

Solche Belange können es in begründeten Fällen erforderlich machen, exakte Messstandorte zu verfremden, etwa um die Funktionsfähigkeit von Dauerbeobachtungsflächen zu erhalten oder die Beschädigung oder den Diebstahl hochwertiger Messgeräte zu vermeiden. Öffentliche Belange greifen im DHB daher nur in eng begrenzten Ausnahmefällen, insbesondere dort, wo die Veröffentlichung präziser Geodaten nachvollziehbar und konkret eine Gefährdung von Infrastruktur, Messnetzen oder Schutzgütern auslösen könnte.

5.1.2.2 Private Belange (§ 9 UIG)

Private Belange können einer Veröffentlichung oder Herausgabe entgegenstehen, wenn die Bereitstellung der Daten:

1. personenbezogene Daten betrifft,
2. geistige Eigentumsrechte verletzt, oder
3. Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse offenlegen würde.

Ihre Bedeutung für den DHB ergibt sich aus dem jeweiligen Einzelfall.

(1) Personenbezogene Daten (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 UIG)

Im Bereich der personenbezogenen Daten ist zu berücksichtigen, dass der Gesetzgeber im Umweltinformationsrecht bewusst eine weitgehende Transparenz vorgesehen hat. Eine datenrechtliche Verfremdung ist daher häufig nicht erforderlich, insbesondere nicht, um bloße Rückschlüsse auf das Eigentum natürlicher Personen an Grundstücken auszuschließen. Die Rechtsprechung geht davon aus, dass die Zuordnung von Umweltinformationen zu Flurstücken oder Standorten allein noch keinen Schutzbedarf im datenschutzrechtlichen Sinne begründet. Eine Verfremdung ist in diesen Fällen rechtlich nicht geboten, kann jedoch aus Zweckmäßigkeitsgründen zulässig sein, wenn sie der Akzeptanz von Beprobungen dient und die Veröffentlichung nicht übermäßig einschränkt. Informationen über Emissionen dürfen ohnehin nicht aus Gründen des personenbezogenen Datenschutzes zurückgehalten werden. Nur in Ausnahmefällen, insbesondere wenn einzelne Personen durch die Veröffentlichung unzulässig in Verruf geraten könnten, kann eine Einschränkung gerechtfertigt sein.

(2) Geistiges Eigentum (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 UIG)

Auch geistige Eigentumsrechte spielen im DHB eine Rolle, wobei der praktische Anwendungsbereich weitestgehend auf Urheberrechte und verwandte Schutzrechte beschränkt ist. Dazu gehören insbesondere urheberrechtlich geschützte Karten, individuelle Ausarbeitungen sowie Datenbankstrukturen, aber auch Bild-, Film- und Tonaufnahmen, sofern sie Teil der bereitgestellten Datensätze sind. In speziellen Konstellationen, z. B. bei Zulassungsverfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung, kann zudem das Erstveröffentlichungsrecht des Autors dazu führen, dass bestimmte verfahrensbezogene Unterlagen (z. B. Einreichungsdokumente) nicht ohne Weiteres öffentlich verbreitet werden dürfen. Neben den urheberrechtlichen Aspekten sind auch Datenbankherstellerrechte zu beachten, die im Einzelfall Anforderungen an die Art und Weise der Veröffentlichung stellen können.

Diese Rechte hindern eine Veröffentlichung im DHB jedoch nicht grundsätzlich, verlangen aber eine sorgfältige Sicherstellung der erforderlichen Nutzungsrechte. Für den einheitlich veröffentlichten Datenbestand des DHB sollte deshalb eine Open-Data-Commons (ODC)-Lizenzierung vorgesehen werden, um den generellen Nutzungsrahmen klar zu definieren. Da einzelne Datensätze oder Bestandteile, insbesondere solche mit eigenen urheberrechtlichen Schutzrechten, abweichende Nutzungsbeschränkungen aufweisen können, ist es aus Gründen der rechtlichen Transparenz und der Haftungsreduzierung notwendig, sowohl die allgemeine ODC-Lizenzierung als auch diese spezifischen Beschränkungen in den Metadaten und den allgemeinen Nutzungsbedingungen eindeutig kenntlich zu machen. Insgesamt bestehen im Bereich des geistigen Eigentums nur geringe Hürden für die Veröffentlichung und die umweltinformationsrechtliche Herausgabe der im DHB bereitgestellten Bodendaten. Die Schutzrechte wirken im Regelfall lediglich punktuell und führen nur selten zu vollständigen Veröffentlichungssperren.

(3) Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse (§ 9 Abs. 1 Nr. 3 UIG)

Von größerer praktischer Bedeutung als andere private Belange ist der Schutz von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen, da dieser Ausnahmetatbestand in der Praxis die weitreichendste Begründung bietet, einen Umweltinformationsantrag ganz oder teilweise abzulehnen und die öffentliche Verbreitung von Umweltinformationen einzuschränken. Für die im DHB bereitgestellten Bodendaten können insbesondere detaillierte Begleitparameter und Kontextdaten geheimnisrelevant sein, da sie Rückschlüsse auf Produktionsweisen, Erträge, wirtschaftliche Kennzahlen oder sonstige betriebliche Abläufe der betroffenen Betriebe zulassen. Dies gilt insbesondere für Informationen zu schädlichen Bodenveränderungen (SBV)

oder nutzungsrelevanten Standortparametern, die den Verkehrswert eines Grundstücks erheblich beeinflussen können. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass auch in solchen Fällen ein überwiegendes öffentliches Interesse an der Veröffentlichung bestehen kann, welches einer Ablehnung von Auskunftsanträgen entgegensteht.

Gemäß § 9 Abs. 1 Satz 4 UIG besteht zwar eine gesetzliche Vermutung, dass von den zur Datenübermittlung befugten oder verpflichtenden Stellen als geheimnisrelevant gekennzeichnete Bodendaten eine entsprechende Betroffenheit indizieren. Diese Kennzeichnung entfaltet jedoch keine rechtliche Bindungswirkung, sondern unterliegt der vollständigen behördlichen und gegebenenfalls gerichtlichen Kontrolle. Die Prüfung, ob Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse im konkreten Fall einer Veröffentlichung oder Herausgabe entgegenstehen, erfolgt durch die jeweils zuständige informationspflichtige Stelle. Dies gilt auch dann, wenn die kennzeichnende und informationspflichtige Stelle identisch sind. Der DHB bildet diese Einstufungen und Entscheidungen technisch ab.

5.1.2.3 Konsequenzen für den DHB

Für den Betrieb des DHB folgt aus den §§ 8 und 9 UIG, dass die Veröffentlichung der bereitgestellten Bodendaten den Regelfall darstellt, während eine Nicht-Veröffentlichung oder Verfremdung stets einer engen, klar dokumentierten Begründung bedarf. Dieselben Kriterien bestimmen sowohl die Qualität der öffentlich zugänglichen Daten als auch die rechtliche Bewertung etwaiger Auskunftsansprüche auf die vollständigen Datensätze. Jede Entscheidung für eine eingeschränkte oder verfremdete Veröffentlichung muss daher nachvollziehbar dargelegt werden, da sie nicht nur die öffentliche Präsentation im DHB, sondern auch die spätere Bearbeitung individueller Informationsbegehren beeinflusst. Die Ausnahmetatbestände bilden damit den zentralen Rahmen, innerhalb dessen der DHB seine Veröffentlichungsprozesse gestalten und den Zugang zu vollständigen Datensätzen steuern kann.

5.1.3 Zwei Datenkategorien im DHB

Für den DHB ist zwischen zwei Kategorien von Bodendaten zu unterscheiden: veröffentlichten Daten und verwaltungsintern genutzten Daten. Diese Differenzierung folgt unmittelbar aus dem Öffentlichkeitsgrundsatz des Umweltinformationsrechts und den eng auszulegenden Ausnahmetatbeständen der §§ 8 und 9 UIG. Der Grundsatz lautet, dass Umweltinformationen möglichst vollständig öffentlich bereitgestellt werden sollen, während eine Einschränkung der Veröffentlichung die eng begründungsbedürftige Ausnahme darstellt. Vor diesem Hintergrund bilden veröffentlichte Daten die Regelkategorie, während verwaltungsinterne Daten nur in Ausnahmefällen in Betracht kommen.

Veröffentlichte Daten umfassen diejenigen Bodendaten, die der DHB gemäß § 10 Abs. 1 UIG aktiv und systematisch öffentlich verbreitet. In den meisten Fällen können diese Daten unverändert veröffentlicht werden, da weder öffentliche noch private Belange entgegenstehen. Stehen jedoch konkrete, eng auszulegende Gründe nach §§ 8 oder 9 UIG einer vollständigen Veröffentlichung entgegen, ist eine Verfremdung der Daten rechtlich geboten. Eine solche Verfremdung dient dazu, die Veröffentlichungspflicht zu erfüllen, ohne zugleich schutzwürdige Interessen zu verletzen.

Hinsichtlich der meisten im DHB verfügbaren Daten besteht zudem keine Veröffentlichungspflicht gemäß § 10 Abs. 2 UIG, da diese Vorschrift nur eine sehr begrenzte eigenständige Pflicht zur Veröffentlichung bestimmter Datensätze begründet, von der die relevanten Datensätze des DHB regelmäßig nicht betroffen sind. Deshalb können veröffentlichte Daten in eng auszulegenden Ausnahmefällen auch aus Gründen des Schutzes berechtigter Interessen verfremdet oder in ihrem Umfang eingeschränkt werden. Dies betrifft insbesondere

Fälle, in denen im Rahmen von Bodenbeprobungen gegenüber betroffenen Grundstückseigentümern oder land- bzw. forstwirtschaftlichen Betrieben verbindliche Vertraulichkeitszusagen gemacht wurden. Solche Zusagen sind regelmäßig Voraussetzung für die Erteilung von Betretungserlaubnissen und damit für die Durchführung von Beprobungen überhaupt. Dabei sind schriftliche und mündliche Vertraulichkeitszusagen gleich zu behandeln. Auch mündliche Zusagen, insbesondere im Rahmen der Beprobung vor Ort, sind verbindlich, sofern die Beprobung auf dieser Grundlage ermöglicht wurde.

Eine Veröffentlichung über den zugesagten Rahmen hinaus würde nicht nur gegen bestehende Vereinbarungen verstoßen, sondern auch die Bereitschaft zur Mitwirkung an zukünftigen Erhebungen nachhaltig gefährden. Da Beprobungen ohne Zustimmung der Grundstückseigentümer*innen nicht oder nur mit ordnungsrechtlichen Mitteln möglich wären, ist es in diesen Fällen sachdienlich, bestimmte Bodendaten nur eingeschränkt oder gar nicht zu veröffentlichen. Die Entscheidung über Art und Umfang der Veröffentlichung liegt bei den jeweiligen Datenbereinsteller unter Berücksichtigung bestehender Vereinbarungen und rechtlicher Vorgaben. Der DHB setzt diese Entscheidung technisch um. Eine Verfremdung darf dabei nicht über das hinausgehen, was für die Wahrung berechtigter Interessen erforderlich ist, und muss die Transparenzziele des Umweltinformationsrechts weiterhin angemessen berücksichtigen.

Verwaltungsinterne Daten betreffen solche Datensätze, die aus rechtlichen oder klar begründeten sachlichen Gründen nicht in originaler Form veröffentlicht werden dürfen oder sollen. Für diese Fälle ist das Club-Modell vorgesehen (vgl. Kapitel 5.3). Es ermöglicht, dass zentrale Akteure im Bodenschutz Zugang zur vollständigen Datenqualität erhalten, während die Daten nicht für die allgemeine Öffentlichkeit bestimmt sind. Datenbereinsteller entscheiden im Rahmen ihrer Datenhoheit, ob und in welchem Umfang ihre Daten im DHB veröffentlicht oder verwaltungsintern genutzt werden. Wird nur eine eingeschränkte Form der öffentlichen Verbreitung gewählt, können sie dem Club-Modell beitreten und damit bestimmen, welchen Nutzerkreisen und in welchem Umfang die vollständigen Datensätze zugänglich gemacht werden. Das Club-Modell stellt damit sicher, dass auch solche Daten, die nur verfremdet veröffentlicht werden dürfen oder sollen, in originaler Form für fachlich relevante Akteure verfügbar bleiben.

Diese Zweiteilung der Daten dient dazu, einerseits eine möglichst umfassende und offene Bereitstellung von Bodendaten sicherzustellen und andererseits jene Fälle abzudecken, in denen berechnigte Schutzinteressen eine vollständige öffentliche Verbreitung ausschließen. Bei der Veröffentlichung verfremdeter Daten ist zu berücksichtigen, dass nach § 4 UIG Auskunftsansprüche auf originale Informationen bestehen können. Eine transparente Dokumentation der Gründe erleichtert daher sowohl die Bearbeitung solcher Anträge als auch eine konsistente Anwendung der Ausnahmetatbestände.

Die rechtliche Verantwortung für die Entscheidung über Veröffentlichung, Verfremdung oder Nichtveröffentlichung verbleibt dabei vollständig bei den jeweiligen Datenbereinstellern. Ob Auskunftsanträge (teilweise) abgelehnt werden dürfen, richtet sich ausschließlich nach den öffentlichen und privaten Belangen der §§ 8 und 9 UIG. Dieselben Maßstäbe gelten auch für die Entscheidung über die Art der Veröffentlichung gemäß § 10 Abs. 3 UIG.

Der DHB übernimmt in diesem Zusammenhang keine eigenständige rechtliche Prüfung und begründet keine zusätzlichen Veröffentlichungspflichten oder Haftungsrisiken. Seine Rolle beschränkt sich darauf, die von den Datenbereinstellern getroffenen Entscheidungen technisch abzubilden und durch einheitliche Metadaten, transparente Zugriffskonzepte und unterstützende Werkzeuge nachvollziehbar zu machen. Der Mehrwert für die Datenbereinsteller liegt dabei insbesondere in einer reduzierten Zahl individueller Auskunftsanträge, einer

verbesserten Auffindbarkeit der Daten sowie einer technisch konsistenten Umsetzung bestehender Veröffentlichungsentscheidungen, ohne dass über die jeweilige landes- oder behördenspezifische Praxis hinausgehende Verpflichtungen entstehen.

Die Frage, unter welchen Voraussetzungen eine eingeschränkte Veröffentlichung rechtlich zulässig ist, wird in Kapitel 5.4.1 vertieft behandelt.

Auch wenn die Verantwortung für die rechtliche Einstufung der Bodendaten hauptsächlich bei den Datenbreitstellern verbleibt, wird sich der Aufwand für die Bearbeitung von UIG-Anfragen durch den DHB deutlich verringern. Zunächst werden in zunehmenden Maße Bodendaten Online zur Verfügung stehen. Dies hat unmittelbar zur Folge, dass weniger Anträge eingehen, weil die begehrten Bodendaten ohne Antrag gefunden werden können. Zudem kann ein Antragsteller auf den DHB verwiesen werden, weil die begehrten Bodendaten bereits „durch Verbreitung gemäß § 10 [UIG] zur Verfügung stehen“ (§ 3 Abs. 2 S. 3 UIG). Je besser das Ziel des DHB umgesetzt wird, Bodendaten möglichst wenig verfremdet und vollständig öffentlich zu verbreiten, desto weniger Bodendaten können erfolgreich mithilfe eines Auskunftsanspruches nach UIG herausverlangt werden. Dies setzt jedoch eine rechtliche Einschätzung der bereitgestellten Datensätze und den Willen voraus, Bodendaten der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Insbesondere hinsichtlich getroffener Vertraulichkeitsabreden kann nur der Datenbereitsteller beurteilen, ob eine Veröffentlichung der betroffenen Daten zweckmäßig ist.

5.1.4 Auskunftsansprüche nach § 4 UIG

Der Auskunftsanspruch nach § 4 Abs. 1 UIG bildet – neben der aktiven Informationsbereitstellung nach § 10 UIG – die zweite zentrale Säule des Umweltinformationsrechts. Während § 10 UIG die systematische, antragsunabhängige Verbreitung von Umweltinformationen regelt, gewährt § 4 UIG jeder Person einen nahezu voraussetzungslosen Anspruch auf Zugang zu Umweltinformationen, die bei einer informationspflichtigen Stelle vorhanden sind. Dieser Anspruch besteht unabhängig davon, ob die Informationen bereits veröffentlicht wurden oder nur verwaltungsintern vorliegen. Bei bereits veröffentlichten Umweltinformationen kann die antragstellende Person jedoch von der informationspflichtigen Stelle darauf verwiesen werden, dass diese bereits im DHB zur Verfügung stehen“ (§ 3 Abs. 2 S. 3 UIG).

Für den DHB bedeutet dies, dass die Veröffentlichung verfremdeter Daten in vielen Fällen dazu führen kann, dass Anträge auf Zugang zu den originalen Daten gestellt werden. Der Auskunftsanspruch besteht grundsätzlich auch dann, wenn Daten aufgrund der Gründe des § 10 Abs. 3 UIG (in Verbindung mit §§ 8 und 9 UIG) nur verfremdet öffentlich verbreitet wurden. Maßgeblich ist, ob im Einzelfall öffentliche oder private Belange einer Herausgabe der vollständigen Informationen entgegenstehen. Dieselben Belange, die eine vollständige Veröffentlichung ausschließen können, sind damit auch für die Prüfung eines Auskunftsanspruches maßgeblich. § 10 Abs. 3 UIG verweist ausdrücklich auf die Kriterien der §§ 8 und 9 UIG, sodass keine unterschiedlichen Maßstäbe für Veröffentlichung und individuelle Herausgabe gelten.

Die Bearbeitung von Auskunftsanträgen wird dadurch erleichtert, wenn die Gründe für eine eingeschränkte Veröffentlichung im Rahmen der jeweiligen fachlichen und rechtlichen Verfahren der Datenbereitsteller nachvollziehbar dokumentiert sind. Eine solche Dokumentation trägt zu einer einheitlichen Rechtsanwendung bei und stärkt sowohl die Rechtssicherheit für Datenbereitsteller als auch die Verwaltungsökonomie, ohne dass hierfür Begründungen an den DHB zu übermitteln oder dort zusätzliche Dokumentations- oder Pflegeaufgaben zu übernehmen sind. Es genügt, dass die Entscheidung der jeweils zuständigen informationspflichtigen Stelle im DHB technisch abgebildet wird.

Wo öffentliche oder private Belange eine Herausgabe nicht vollständig ausschließen, kann eine teilweise Herausgabe oder eine spezifische Verfremdung im Einzelfall geboten sein. Wo solche Belange jedoch entgegenstehen, kann ein Antrag nach Maßgabe der §§ 8 und 9 UIG (teilweise) abgelehnt werden.

Die Prüfung dieser Anforderungen erfolgt jeweils einzelfallbezogen und unter Beachtung der engen Auslegung der Ausnahmetatbestände durch die informationspflichtige Stelle. Das bedeutet auch, dass pauschale Verweise auf Geheimhaltungsinteressen oder fehlende Zustimmungen nicht genügen. Vielmehr muss nachvollziehbar geprüft werden, ob im konkreten Fall ein überwiegendes öffentliches Interesse an der Bekanntgabe besteht oder ob private oder öffentliche Schutzgüter die Herausgabe rechtlich begrenzen. Kapitel 5.4.1 behandelt die materiellen Ablehnungsgründe im Detail und erläutert, unter welchen Voraussetzungen ein Auskunftsantrag rechtmäßig abgelehnt oder eingeschränkt werden kann.

Insgesamt gewährleistet die Kombination aus § 4 und § 10 UIG, dass Umweltinformationen entweder systematisch veröffentlicht oder auf Antrag für die Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Die Entscheidung darüber, ob Bodendaten veröffentlicht, nur verfremdet veröffentlicht oder nicht öffentlich bereitgestellt werden, wird ausschließlich von den jeweiligen Datenbereitstellern unter Berücksichtigung der §§ 8 und 9 UIG getroffen und dort dokumentiert. Der DHB bildet diese Entscheidungen lediglich technisch ab und stellt sie entsprechend den festgelegten Zugriffs- und Nutzungsrechten bereit. Die Datenhoheit und die rechtliche Verantwortung verbleiben dabei stets bei der bereitstellenden Stelle. Dies stellt eine konsistente, rechtssichere und nachvollziehbare Umsetzung der umweltinformationsrechtlichen Vorgaben sicher.

5.1.5 Besonderheiten je nach Rechtsträgerschaft

Die rechtlichen Möglichkeiten der Datenbereitstellung im DHB hängen maßgeblich davon ab, welchem Rechtsträger die jeweilige Stelle zuzuordnen ist. Die Unterschiede ergeben sich aus der Organisationsstruktur der öffentlichen Verwaltung und bestimmen insbesondere, ob öffentlich-rechtliche Verträge geschlossen werden können, ob ein Verwaltungsabkommen erforderlich ist oder ob die Nutzung des Club-Modells ohne weitere Vereinbarungen möglich ist. Die Datenhoheit verbleibt dabei stets bei der jeweiligen bereitstellenden Stelle unabhängig davon, welchem Verwaltungsbereich sie angehört.

Unmittelbare Bundesverwaltung

Der DHB ist Teil der unmittelbaren Bundesverwaltung, deren Rechtsträger der Bund ist. Da der Bund nicht mit sich selbst Verträge schließen kann, sind öffentlich-rechtliche Verträge oder Verwaltungsabkommen zwischen dem DHB und anderen Stellen der unmittelbaren Bundesverwaltung nicht möglich. Dies schränkt die Datenbereitstellung jedoch nicht ein: Stellen der unmittelbaren Bundesverwaltung, die Bodendaten zur Verfügung stellen, können im Rahmen ihrer Datenhoheit selbst entscheiden, ob und in welcher Qualität ihre Daten im DHB veröffentlicht werden und ob sie das Club-Modell nutzen möchten. Der genaue Umfang der Veröffentlichung oder verwaltungsinternen Nutzung ergibt sich aus den inner- und zwischenbehördlichen Abstimmungsprozessen innerhalb der Bundesverwaltung.

Mittelbare Bundesverwaltung

Stellen der mittelbaren Bundesverwaltung wie z.B. bundesunmittelbare Körperschaften, Anstalten oder Stiftungen des öffentlichen Rechts besitzen eine eigene Rechtspersönlichkeit. Sie können daher mit dem DHB standardisierte öffentlich-rechtliche Nutzungsvereinbarungen abschließen. Diese ermöglichen eine klare Festlegung der Nutzungsrechte,

Veröffentlichungsmodalitäten und Verantwortlichkeiten und bieten eine rechtssichere Grundlage für die Bereitstellung von Bodendaten.

Landesverwaltungen

Auch auf Ebene der Landesverwaltungen bestehen Unterschiede zwischen unmittelbarer und mittelbarer Verwaltung. Für die unmittelbaren Landesverwaltungen (z. B. Umweltministerien, Landesämter) bietet sich aus Gründen der Verwaltungsökonomie und der föderalen Zusammenarbeit der Abschluss eines Bund-Länder-Verwaltungsabkommens an. Eine geeignete Grundlage bildet die bestehende Verwaltungsvereinbarung zum Umweltdatenaustausch („Umweltdatenvereinbarung“), deren vierter Anhang bereits auf die Bereitstellung von Bodendaten ausgerichtet ist.

Für die mittelbare Landesverwaltung – etwa Gemeinden oder kommunale Eigenbetriebe – sind grundsätzlich ebenfalls standardisierte öffentlich-rechtliche Vereinbarungen denkbar, da diese Einrichtungen eigenständige Rechtsträger sind und somit auf Grundlage eines einheitlichen Vertragsmodells in den DHB eingebunden werden könnten.

Zum aktuellen Zeitpunkt ist nicht vorgesehen, kommunale Gebietskörperschaften oder kommunale Unternehmen aktiv in den DHB zu integrieren. Eine mögliche Einbeziehung kommunaler Bodendaten wird lediglich mitgedacht, um die Architektur des DHB von vornherein so auszugestalten, dass eine spätere Einbindung technisch und rechtlich möglich wäre, falls entsprechende fachliche oder politische Anforderungen entstehen. Eine Vorfestlegung auf Art, Umfang oder Relevanz kommunaler Daten ist damit ausdrücklich nicht verbunden.

Privatrechtlich organisierte Einrichtungen

Privatrechtlich organisierte Forschungseinrichtungen oder Unternehmen besitzen keine unmittelbare Verpflichtung zur Bereitstellung von Umweltinformationen und dürfen nicht willkürlich gegenüber einzelnen Stellen bevorzugt behandelt werden. Eine Nutzung verwaltungsinterner Daten im Club-Modell ist daher nur auf Grundlage einer belastbaren Rechtsgrundlage möglich – etwa eines Forschungs- oder Kooperationsvertrags oder eines Zuwendungsbescheids. In diesen Konstellationen wird sichergestellt, dass die Weitergabe der Daten rechtlich zulässig erfolgt und die Vorgaben des Umweltinformationsrechts, insbesondere zum Gleichbehandlungsgrundsatz und zur transparenten Nutzung öffentlicher Daten, gewahrt bleiben. Da entsprechende vertragliche Grundlagen bei öffentlich geförderten Forschungsvorhaben regelmäßig bestehen, ist diese Besonderheit in der Praxis gut handhabbar.

5.1.6 Anforderungen an Veröffentlichung und Nutzungsbedingungen

Für die Veröffentlichung von Bodendaten im DHB gelten – neben den materiellen Anforderungen der §§ 8 und 9 UIG – auch Vorgaben zur Art der Veröffentlichung sowie zur Ausgestaltung der Nutzungsrechte. Diese betreffen insbesondere die Frage, ob Daten lediglich visualisiert oder als strukturierte Datensätze zur Weiterverarbeitung bereitgestellt werden. Werden Bodendaten ausschließlich über Kartenansichten, Visualisierungstools oder ähnliche Darstellungsformen zugänglich gemacht, entstehen in der Regel keine zusätzlichen Nutzungsrechte der Öffentlichkeit. In diesen Fällen wird ein rein visueller Zugriff ermöglicht, ohne dass die Daten übernommen, heruntergeladen oder weitergenutzt werden können.

Werden Daten jedoch ganz oder teilweise als strukturierte Datensätze bereitgestellt, etwa über Downloadfunktionen oder Schnittstellen (APIs), ist die Einräumung klar definierter Nutzungsrechte erforderlich. Für diesen öffentlich zugänglichen Datenbestand sollte der DHB eine einheitliche Open-Data-Commons-Lizenz (ODC) vorsehen. Eine solche Lizenz schafft Klarheit darüber, ob und in welchem Umfang Daten genutzt, verarbeitet oder weitergegeben werden dürfen, und ermöglicht gleichzeitig einen offenen, rechtssicheren Umgang mit den

veröffentlichten Informationen. Einzelne Datensätze oder Datenbestandteile, insbesondere Karten, Bild-, Film- oder Tonmaterial sowie bestimmte Datenbankelemente, können eigenständigen urheber- oder datenbankrechtlichen Schutz genießen. Für solche Fälle müssen abweichende Nutzungsbeschränkungen im jeweiligen Metadatensatz sowie in den Nutzungsbedingungen des DHB transparent kenntlich gemacht werden. Dies dient sowohl der Haftungsreduzierung als auch der Nachvollziehbarkeit für Datenbereitsteller und Nutzer*innen.

Durch die klare Unterscheidung zwischen rein visuellen Darstellungen, offenen Daten und spezifisch geschützten Inhalten stellt der DHB sicher, dass sowohl die Vorgaben des Umweltinformationsrechts als auch die Schutzrechte der Datenbereitsteller verlässlich eingehalten werden. Gleichzeitig bleibt der veröffentlichte Datenbestand für die Öffentlichkeit, die Wissenschaft und die Verwaltung möglichst offen und weiterverwendbar.

5.2 Status quo: Bilaterale Nutzungsvereinbarungen zwischen Datenbereitstellern und Datennutzer*innen

Derzeit erfolgt die Bereitstellung von Bodendaten überwiegend über individuell verhandelte, bilaterale Datenbereitstellungsverträge zwischen Datenbereitstellenden und Datennutzenden. Zu den Datenbereitstellenden zählen dabei sehr unterschiedliche Akteure: Stellen der unmittelbaren und mittelbaren Bundes- und Landesverwaltung, öffentlich-rechtliche und privatrechtlich organisierte Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Kommunalbehörden sowie Ministerien. Häufig entstehen Kooperationskonstellationen mit mehreren Beteiligten, z. B. wenn ein Landesumweltamt gemeinsam mit Universitäten oder Forschungseinrichtungen Dauerbeobachtungsflächen betreut und dabei auch durch die grundrechtlich geschützte Forschungsfreiheit der Wissenschaftler*innen zusätzliche Nutzungsinteressen bestehen.

Der Vorteil der gegenwärtigen Praxis liegt in ihrer Flexibilität. Individuelle Verträge ermöglichen es, komplexe rechtliche Voraussetzungen abzubilden und spezifischen öffentlichen oder privaten Belangen Rechnung zu tragen – beispielsweise datenschutzrechtlichen Anforderungen, dem Schutz von Geschäftsgeheimnissen oder Sicherheitsinteressen. Auch die Einräumung von Nutzungsrechten kann durch individuelle Lizenzierungen passgenau an die tatsächlichen Wünsche der Beteiligten angepasst werden. Unter „Lizenzierungen“ ist im Folgenden die Einräumung von Nutzungsrechten nach den §§ 31 ff. UrhG zu verstehen, da das deutsche Recht den Begriff der Lizenz im engeren Sinne nicht kennt (Hartmann 2021, S. 190).

Dem stehen jedoch erhebliche Nachteile gegenüber. Trotz punktueller Standardisierung durch Vertragsmuster führt die Vielzahl individueller Vereinbarungen regelmäßig zu vermeidbaren Rechtsunsicherheiten und zu einem hohen administrativen Aufwand. Unklarheiten bestehen etwa hinsichtlich der Frage, in welchem Umfang Daten aus öffentlichen Gründen (vgl. Kapitel 5.4.2) oder aufgrund privater Belange (vgl. Kapitel 5.4.3), insbesondere aus Gründen des Urheberrechts, des Geheimnisschutzes oder des personenbezogenen Datenschutzes, verfremdet werden dürfen. Da Datenbereitstellende zugleich oft selbst Datennutzende sind, entstehen in der Praxis umfangreiche Vertragsgeflechte: Verträge über Datenaustausch, -nutzung, -auswertung, -bereitstellung oder -kauf – jeweils mit eigenen Nutzungsrechten, Beschränkungen und Datensicherheitsvereinbarungen. Hinzu kommt, dass offene Datenquellen mit unterschiedlichen Open-Commons-Lizenzen einbezogen werden müssen. Diese Vielzahl heterogener Vertragsbeziehungen führt zu einer unübersichtlichen und fehleranfälligen Praxis, die wertvolle Daten erschwert zugänglich macht, personelle und sachliche Ressourcen bindet und Unsicherheiten im rechtmäßigen Umgang mit bestehenden und zukünftigen Datensätzen erhöht.

Vor diesem Hintergrund verfolgt der DHB einen Ansatz, der sich an den FAIR-Prinzipien der Datenwissenschaften orientiert: Daten sollen auffindbar (*findable*), zugänglich (*accessible*),

interoperabel (*interoperable*) und wiederverwendbar (*reusable*) sein. Zugleich berücksichtigt der DHB, dass bestimmte Bodendaten in hoher Qualität nur für verwaltungsinterne Zwecke zur Verfügung stehen können und erst in technisch oder räumlich verfremdeter Form für die allgemeine Öffentlichkeit veröffentlicht werden dürfen.

5.3 Club-Modell

Der in Abschnitt 5.2 beschriebene Status quo zeigt deutlich, dass bilaterale Einzelverträge zwar flexibel sind, jedoch in der Praxis zu erheblichen Rechtsunsicherheiten, Medienbrüchen und hohem Verwaltungsaufwand führen. Gleichzeitig hat Abschnitt 5.1 gezeigt, dass der DHB zur möglichst offenen, strukturierten und rechtssicheren Veröffentlichung verpflichtet ist – bei gleichzeitiger Wahrung der eng auszulegenden Ausnahmegründe nach §§ 8 und 9 UIG. Aus dieser Kombination ergibt sich die Notwendigkeit eines Modells, das sowohl die rechtlichen Anforderungen als auch die praktischen Bedarfe der Datenbereitsteller erfüllt.

Das Club-Modell bildet diese Schnittstelle. Es ergänzt die rechtlichen Kategorien „veröffentlichte Daten“ und „verwaltungsintern genutzte Daten“ (vgl. Kapitel 5.1.3) um einen operativen Mechanismus, mit dem originale Datensätze kontrolliert, sicher und nachvollziehbar an definierte Nutzergruppen vergeben werden können. Während Kapitel 5.1 die materiell-rechtlichen Anforderungen beschreibt, regelt das Club-Modell die praktische, technische und organisatorische Umsetzung der verwaltungsinternen Nutzung. Datenbereitsteller entscheiden dabei unter Wahrung ihrer Datenhoheit individuell, welche Datensätze welchen Nutzergruppen zur Verfügung stehen und welche Nutzungsrechte (Ansicht, Download, Weiterverarbeitung) jeweils eingeräumt werden. Über leicht bedienbare Auswahlfunktionen können Datensätze dynamisch zugewiesen oder entzogen werden. Der DHB stellt dafür die technische Infrastruktur sowie einheitliche Nutzungsbedingungen bereit, ohne selbst in die Entscheidungsbefugnisse der Datenbereitsteller einzugreifen.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen verwaltungsinterner Datennutzung sind in Kapitel 5.1.3 dargestellt. Das Club-Modell setzt diese Anforderungen technisch um, indem es die Zugriffsvergabe dokumentiert und durch technische und organisatorische Maßnahmen (TOMs) absichert, insbesondere bei geheimnisrelevanten, urheberrechtlich geschützten oder personenbezogenen Bestandteilen.

Um die Vielfalt praktischer Konstellationen abzubilden, ermöglicht das Club-Modell sowohl institutionelle Clubs (z. B. unmittelbare Bundesverwaltung, Fachbehörden) als auch thematische oder projektbezogene Clubs (z. B. Forschungsk Kooperationen, Messnetzbetreiber). So können etwa Datenreihen und Echtzeitdaten eines Messgeräts gezielt einer Behörde, einer Forschungsorganisation oder einem bestimmten Forschungsteam zugewiesen werden. Auch hochauflösende Satellitendaten, die der Bund nur für einen begrenzten Nutzerkreis erworben hat, können über das Club-Modell sicher an die jeweils befugten Stellen (z. B. Katastrophenschutzbehörden) verteilt werden. Die operative Verantwortung verbleibt stets bei den privilegierten Datenbereitstellern. Der DHB standardisiert lediglich die technische und rechtliche Ausgestaltung, was die bislang stark fragmentierte Vertragspraxis ersetzt. Die Kombination aus Auswahl der Datensätze, Bestimmung der befugten Nutzergruppen und Festlegung der Nutzungsrechte ermöglicht eine einheitliche, rechtssichere und zugleich flexible Vertragsgestaltung, die den Besonderheiten des Einzelfalls gerecht wird.

5.4 Nutzungsvereinbarungen zwischen Datenbereitstellern und DHB

Die Nutzungsvereinbarungen regeln, unter welchen Bedingungen unterschiedliche Stellen Daten an den DHB liefern können. Die Anforderungen variieren je nach Art des Datenbereitstellers und werden maßgeblich durch bestehende vertragliche oder gesetzliche Vorgaben geprägt.

Werden Daten aufgrund vertraglicher Vereinbarungen übermittelt, sind die entsprechenden Nutzungsbedingungen einzuhalten. Abgesehen von wenigen gesetzlichen Schranken, z. B: zum Schutz (schieds-)gerichtlicher oder behördlicher Verfahren gemäß § 87c Abs. 2 UrhG, liegt die Ausgestaltung solcher Bedingungen grundsätzlich in der Hand der beteiligten Vertragsparteien. Sie können zum Beispiel eine rein interne Nutzung, Vertraulichkeitspflichten, Quellenangaben oder Änderungsverbote vorsehen (Krahn et al. 2021, S. 128). Dabei entstehen Nutzungsbedingungen nicht nur durch unterschriebene Verträge, sondern auch durch die Verwendung standardisierter, vorformulierter Bedingungen (Krahn et al. 2021, S. 127 f.).

Damit der DHB Daten aus verschiedenen Verwaltungs- und Institutionstypen aufnehmen und je nach Nutzergruppe dynamisch bereitstellen kann, müssen die Nutzungsbedingungen ein breites Spektrum abdecken. Das Club-Modell sieht unterschiedliche Stufen der Nutzung vor. Von hochaufgelösten verwaltungsinternen Daten bis zu stärker abstrahierten, öffentlich verbreiteten Fassungen. Dadurch wirken sich rechtliche Vorgaben der Datenbereitsteller unmittelbar auf die Struktur der Nutzungsbedingungen aus. Für die Öffentlichkeit besteht derzeit keine Möglichkeit zur aktiven Datenbereitstellung. Ungeklärt ist weiterhin, ob kommunale Daten direkt eingebracht werden können oder über Landesbehörden fließen sollen. Beide Ansätze hätten unterschiedliche Auswirkungen auf Standardisierung, Vertragsgestaltung und technische Anforderungen.

Datenbereitstellungen an den DHB haben zudem eine rechtliche Nebenwirkung: Die öffentliche Bereitstellung eines verfremdeten Datensatzes macht sichtbar, dass höherauflösende Daten existieren. Potenzielle Antragstellende können daher nach dem Umweltinformationsrecht deren Herausgabe verlangen. Das beeinflusst die Bereitschaft von Datenbereitstellern, Daten zu liefern, und macht eine klare vertragliche Gestaltung erforderlich – insbesondere hinsichtlich Geheimhaltungsvorschriften, Schutzrechten, Verfremdungspflichten und Kennzeichnungspflichten. Nutzungsbedingungen müssen daher so gestaltet sein, dass sie Transparenz schaffen, die rechtlichen Interessen aller Beteiligten schützen und einen stabilen Rahmen für die fortlaufende Zusammenarbeit zwischen dem DHB und den jeweiligen Datenbereitstellern bilden.

5.4.1 Grundsätze

Die rechtlichen Anforderungen an die eingeschränkte Bereitstellung und Veröffentlichung von Bodendaten im DHB ergeben sich aus §§ 8 und 9 UIG. Diese Normen konkretisieren die Ausnahmen vom Grundsatz des freien Informationszugangs nach § 3 Abs. 1 UIG und sind eng auszulegen. Sie setzen zugleich die Vorgaben der Umweltinformationsrichtlinie (Art. 4) und der Aarhus-Konvention (Art. 3 Abs. 4) um. Auf die grundsätzlichen Anforderungen des Umweltinformationsrechts wird in Kapitel 5.1 verwiesen.

Die gleichen Maßstäbe gelten auch für die freiwillige öffentliche Verbreitung von Umweltinformationen über den DHB (§ 10 Abs. 1 und Abs. 6 UIG i.V.m. §§ 8 und 9 UIG; Reidt/Schiller 2025, § 10 UIG Rn. 6). Eine vollständige Veröffentlichung hochaufgelöster Datensätze ist rechtlich nicht geboten, sofern schutzwürdige öffentliche oder private Belange entgegenstehen. Gleichwohl ist zu berücksichtigen, dass die Herausgabe der vorhandenen Daten im Falle eines Umweltinformationsantrags grundsätzlich in der verfügbaren Datentiefe herauszugeben sind, sofern kein Ausschlussgrund greift. Dieses Spannungsfeld ist für die

Bereitschaft der Datenbereitsteller zentral, insbesondere wenn Daten auf privaten Flächen erhoben werden.

Die Entscheidung über die Veröffentlichung, Verfremdung oder Nichtveröffentlichung hat im Wege der Einzelfallabwägung zu erfolgen. Maßgeblich ist nicht das individuelle Interesse Antragsteller*innen, sondern das abstrakte Informationsinteresse der Öffentlichkeit. Nach § 24 Abs. 2 VwVfG obliegt es der informationspflichtigen Stelle, dieses öffentliche Interesse zu ermitteln (Schomerus 2020, S. 138 ff.).

Für den DHB folgt daraus, dass eingeschränkte Veröffentlichungen so auszugestalten sind, dass sie einerseits den Schutz berechtigter Interessen gewährleisten und andererseits die Transparenzziele des Umweltinformationsrechts nicht weiter als erforderlich einschränken. Dies betrifft insbesondere die Abgrenzung zwischen öffentlich bereitgestellten, ggf. verfremdeten Datensätzen und verwaltungsintern genutzten, hochaufgelösten Daten.

Der DHB übernimmt dabei keine eigenständige materielle Prüfung von Ausschlussgründen. Er bildet die von den jeweils zuständigen Datenbereitstellern getroffenen Entscheidungen technisch ab und stellt die daraus resultierenden Zugriffs- und Nutzungsrechte bereit. Auskunftsanträge zu nicht oder nur eingeschränkt veröffentlichten Datensätzen sind von der Stelle zu entscheiden, die über die fachliche und rechtliche Hoheit über die betreffenden Daten verfügt. Eine fachliche Rückkopplung mit den ursprünglichen Datenbereitstellern ist dabei zulässig und regelmäßig erforderlich.

Die detaillierte Auslegung der Ausschlussgründe erfolgt in den nachfolgenden Abschnitten zu öffentlichen Belangen (Kapitel 5.4.2) und privaten Belangen (Kapitel 5.4.3).

5.4.2 Öffentliche Belange (§ 8 UIG)

Die öffentlichen Belange, die einer Herausgabe oder Veröffentlichung von Bodendaten im DHB entgegenstehen können, ergeben sich abschließend aus § 8 UIG. Die Norm setzt Art. 4 der Umweltinformationsrichtlinie sowie Art. 3 Abs. 4 der Aarhus-Konvention um und verlangt eine enge Auslegung sämtlicher Ausnahmetatbestände. Damit folgt das Umweltinformationsrecht dem Grundsatz des freien Informationszugangs (§ 3 Abs. 1 UIG), wonach Informationen grundsätzlich herauszugeben und Einschränkungen nur in klar begründeten Ausnahmefällen zulässig sind (Schomerus 2020, S. 144 ff.).

Für den DHB ist zusätzlich § 10 UIG relevant. Nach § 10 Abs. 1 und Abs. 6 UIG gelten die Ablehnungsgründe des § 8 UIG auch für die freiwillige Veröffentlichung von Umweltinformationen. Die Entscheidung, welche Bodendaten aktiv verbreitet werden und in welcher Form, wird dabei von den jeweils zuständigen Datenbereitstellern unter Berücksichtigung möglicher öffentlicher Belange getroffen. Der DHB setzt diese Entscheidungen technisch um. Da der DHB nicht der aktiven Unterrichtungspflicht des § 10 Abs. 2 UIG unterliegt, besteht keine rechtliche Verpflichtung, Bodendaten in voller Auflösung öffentlich bereitzustellen. Gleichwohl ist zu berücksichtigen, dass solche Daten im Falle eines Umweltinformationsantrags grundsätzlich herauszugeben wären, sofern kein Ausschlusstatbestand greift.

§ 8 UIG unterscheidet mehrere Kategorien öffentlicher Belange. Für den DHB sind hiervon vor allem zwei Bereiche relevant:

1. Bedeutsame Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit (§ 8 Abs. 1 Nr. 1 UIG)
Hierzu zählen insbesondere kritische Infrastrukturen im Sinne des einschlägigen Fachrechts, etwa nach § 31 Abs. 2 GeolDG sowie der Verordnung zur Bestimmung kritischer Anlagen nach dem BSI-Gesetz (BSI-Kritisverordnung)
2. Der Zustand der Umwelt und ihrer Bestandteile (§ 8 Abs. 1 Nr. 4 UIG)

Andere tatbestandliche Varianten öffentlicher Belange (z. B. laufende Gerichtsverfahren, Vertraulichkeit behördlicher Beratungen, § 8 Abs. 1 Nr. 2 und 3 UIG) spielen im Kontext des DHB nach gegenwärtiger Bewertung eine untergeordnete Rolle und werden daher nicht ausführlich behandelt.

5.4.2.1 Bedeutsame Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit (§ 8 Abs. 1 Nr. 1 UIG)

Nach § 8 Abs. 1 Nr. 1 UIG kann der Zugang zu Umweltinformationen verweigert werden, wenn die Bekanntgabe bedeutsame Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit gefährden würde. Der Begriff der öffentlichen Sicherheit ist im Umweltinformationsrecht eng auszulegen, insbesondere im Lichte von Art. 4 Abs. 2 lit. b der Umweltinformationsrichtlinie. Erforderlich ist eine schwere tatsächliche Gefährdung von Grundinteressen der Gesellschaft (Reidt/Schiller 2025, § 8 UIG, Rn. 16).

Zu den besonders geschützten Rechtsgütern gehören insbesondere:

- ▶ Die Funktionsfähigkeit wichtiger staatlicher Einrichtungen und Regierungsorgane⁸
- ▶ Der Schutz vor Offenlegung von Verfassungsschutzdaten⁹
- ▶ Leben, Gesundheit, Freiheit von Personen
- ▶ Wesentliche Vermögenswerte sowie weitere strafrechtlich geschützte Güter (Reidt/Schiller, § 8 UIG, Rn. 17 m.w.N.)

Private Interessen, wie etwa wirtschaftliche Nachteile, Preisverfall oder Rufschädigungen einzelner Betriebe, reichen nach § 8 Abs. 1 UIG ausdrücklich nicht aus, um eine Ablehnung zu rechtfertigen. Die Norm schützt ausschließlich öffentliche Belange. Für private Geheimhaltungsinteressen ist ausschließlich § 9 UIG einschlägig (siehe Kapitel 5.4.3).

Für den DHB ergeben sich praktische Relevanzbereiche vor allem dort, wo hochaufgelöste Bodendaten Rückschlüsse auf sensible Standorte zulassen. Dazu zählen:

- ▶ Der Standort besonders wertvoller Messgeräte,
- ▶ Die Lage langfristig betriebener Mess- oder Dauerbeobachtungsstellen,
- ▶ Standorte, deren Veröffentlichung Vandalismus, Diebstahl oder gezielte Manipulation begünstigen könnte,
- ▶ Ökologisch relevante Bereiche, deren Bekanntgabe Störungen auslösen könnte

Die Entscheidung über eine Ablehnung erfordert eine konkrete Gefahrenprognose. Eine vorsorgliche oder abstrakte Gefahr reicht nicht aus. Die informationspflichtige Stelle muss die

⁸ VG Düsseldorf, Urt. v. 9.10.2009 – 26 K 5707/08, juris Rn. 19

⁹ BT-Drs. 12/7138, S. 28

Sachlage hinreichend aufklären und bewerten, ob aufgrund der Veröffentlichung mit Handlungen zu rechnen ist, die die Wahrscheinlichkeit eines schädlichen Ereignisses erhöhen (Schomerus 2020, S. 161 f.).

Eine vollständige oder teilweise Veröffentlichung bleibt jedoch möglich, sofern die Gefährdung durch räumliche Verfremdung oder Generalisierung ausgeräumt werden kann. § 8 UIG verlangt keine vollständige Geheimhaltung, sondern nur, soweit die Informationen konkrete Gefährdungen auslösen können. Eine Veröffentlichung auf Gemeinde-, Gemarkungs- oder Gitterzellenebene ist daher häufig ausreichend, während punktgenaue Angaben zurückzuhalten sind. Die Entscheidung über Art und Grad der Verfremdung ist jeweils im Einzelfall zu treffen.

5.4.2.2 Zustand der Umwelt und ihrer Bestandteile (§ 8 Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 UIG)

Nach § 8 Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 UIG kann der Zugang zu Umweltinformationen verweigert werden, wenn deren Bekanntgabe den Zustand der Umwelt oder ihrer Bestandteile gefährden würde. Die Vorschrift setzt Art. 4 Abs. 2 lit. h der Umweltinformationsrichtlinie um, der insbesondere die sensiblen Aufenthaltsorte gefährdeter Arten als schutzbedürftig hervorhebt. Hintergrund ist, dass der Zweck des Umweltinformationsrechts ins Gegenteil verkehrt würde, wenn die Veröffentlichung selbst ökologische Schäden auslösen könnte (Reidt/Schiller 2025, § 8 UIG, Rn. 41). Für eine Ablehnung genügt nicht die abstrakte Möglichkeit einer Beeinträchtigung. Erforderlich ist eine konkrete Besorgnis, dass die Veröffentlichung nachteilige Auswirkungen auf Umweltgüter haben wird. Die Rechtsprechung betont diese Schwelle ausdrücklich (Reidt/Schiller 2025, § 8 UIG, Rn. 41 verweist auf OVG Schleswig, Urt. v. 15.9.1998 – 4 L 139/98, NVwZ 1999, 670, 674).

Für den DHB ist diese Ausnahme vor allem dann relevant, wenn aus Bodendaten Rückschlüsse auf ökologisch sensible Standorte gezogen werden können. Dazu gehören:

- Brut- und Lebensräume geschützter Arten
- Dauerhafte Messflächen oder Beobachtungsstellen, deren Störung die Qualität langfristiger Datenreihen beeinträchtigen würde.

Aus der Bodenschutzpraxis ist bekannt, dass Messstellen vereinzelt vorsätzlich kontaminiert wurden, um Behördenentscheidungen zu beeinflussen. Besteht ein solches Risiko, kann die Preisgabe des exakten Standortes abgelehnt werden. Die Frage, wie hoch die Gefährdung einzuschätzen ist, hängt zwar teilweise von der Person des Antragstellers ab, dennoch bleibt entscheidend, dass veröffentlichte Informationen weiterverbreitet werden können. Eine Herausgabe nur deshalb zuzulassen, weil die konkreten Antragsteller*innen als unkritisch betrachtet werden, würde dem Schutzzweck des § 8 UIG widersprechen (Reidt/Schiller 2025, § 8 UIG, Rn. 42; Schomerus 2020, S. 169 f.).

Am Ende bedeutet dies für die Nutzungsvereinbarungen, dass für alle Daten, die Rückschlüsse auf besonders schutzbedürftige Umweltbereiche zulassen, klare Prüfmechanismen, Kennzeichnungspflichten und Verfremdungsoptionen festgelegt werden müssen.

5.4.3 Einschränkung der Herausgabe von Daten aufgrund privater Belange

Neben den öffentlichen Belangen des § 8 UIG sind insbesondere die privaten Belange nach § 9 UIG für die Nutzungsvereinbarungen des DHB von zentraler Bedeutung. § 9 Abs. 1 UIG regelt die Fälle, in denen die Herausgabe von Umweltinformationen aufgrund der Betroffenheit Dritter ausgeschlossen ist. Dies betrifft:

- Personenbezogene Daten

- Rechte des geistigen Eigentums
- Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse
- Steuer- und Statistikgeheimnisse.

Die Tatbestände sind abschließend und im Lichte des Grundsatzes des freien Informationszugangs eng auszulegen (Löbhard-Mann 2023, Rn. 1540). Das Vorliegen eines einzigen Ablehnungsgrundes reicht für die Versagung aus, und mehrere Ablehnungsgründe können kumulativ zu berücksichtigen sein, auch wenn jeder einzelne für sich genommen die Ablehnung nicht tragen würde. Datensätze, die entsprechende Rechte Dritter berühren können, sind von den Datenbereitstellern kenntlich zu machen, damit der DHB sie sachgerecht prüfen kann.

Gleichzeitig weist die Rechtsprechung seit Jahren darauf hin, dass eine verbreitete Befürchtung der unbefugten Zugänglichmachung oder missbräuchlichen Nutzung von Daten kein Ablehnungsgrund ist. Verwaltungsgerichte und das Bundesverwaltungsgericht haben wiederholt betont, dass das Umweltinformationsrecht dem Informationszugangsanspruch systematisch Vorrang vor Geheimhaltungsinteressen einräumt (VG Berlin, Urt. v. 25.03.2025 – 2 K 60/23, Rn. 40; BVerwG, Urt. v. 24.09.2009 – 7 C 2/09, Rn. 57 ff.; Thau 2023). Das bedeutet: Private Belange können den Zugang beschränken, aber nur dann, wenn die tatbestandlichen Voraussetzungen des § 9 UIG tatsächlich erfüllt sind.

5.4.3.1 Personenbezogener Datenschutz

Die Herausgabe oder Veröffentlichung von Bodendaten im DHB kann durch den Schutz personenbezogener Daten begrenzt sein. Rechtsgrundlage ist § 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 UIG. Danach ist der Informationszugang abzulehnen, soweit durch die Bekanntgabe personenbezogene Daten offenbart würden und dadurch schutzwürdige Interessen der betroffenen Personen erheblich beeinträchtigt wären; etwas anderes gilt, wenn die Betroffenen zustimmen oder das öffentliche Interesse an der Bekanntgabe überwiegt. Besonders relevant ist dies für Bodendaten mit Grundstücksbezug, da Informationen über private Flurstücke regelmäßig auch Rückschlüsse auf die Eigentümer*innen zulassen. Grundstücksdaten natürlicher¹⁰ Personen gelten als personenbezogene Daten (VGH BW, Urt. v. 17.12.2020 – 10 S 3000/18). Für Grundstücke juristischer¹¹ Personen gilt dies dagegen grundsätzlich nicht (OVG Rheinland-Pfalz, Urt. v. 2.6.2006), es sei denn, aus den Angaben werden Rückschlüsse auf eine dahinterstehende natürliche Person möglich (z. B. Ein-Mann-GmbH). Juristische Personen können sich jedoch über den Schutz von Geschäftsgeheimnissen (§ 9 Abs. 1 Nr. 3 UIG) mittelbar auf die informationelle Selbstbestimmung berufen (Dombert/Penski 2023).

§ 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 UIG stellt eine bereichsspezifische datenschutzrechtliche Spezialregelung dar, die dem BDSG vorgeht (§ 1 Abs. 2 S. 1 BDSG). Gleichzeitig verweist die Norm nicht auf konkrete Kriterien, weshalb DSGVO und BDSG zur Auslegung heranzuziehen sind, soweit ihre Regelungen präzisierend wirken und dem Regelungszweck des UIG nicht widersprechen (Reidt/Schiller 2025, § 10 UIG Rn. 6).

Der häufig vorgebrachte Einwand, personenbezogene Grundstücksdaten seien grundsätzlich nicht veröffentlichungsfähig, weil natürliche Personen als Eigentümer*innen erkennbar bleiben, greift nur im Einzelfall. Personenbezogene Daten im Sinne von Art. 4 Nr. 1 DSGVO und § 46 Nr. 1 BDSG, z. B. bodenbezogene Umweltdaten, die einem privaten Grundstück zugeordnet werden

¹⁰ Natürliche Person: Jeder Mensch, unabhängig von Alter oder sonstigen persönlichen Eigenschaften.

¹¹ Juristische Person: Ein rechtlich selbstständiger Zusammenschluss von Personen oder Vermögen, der Träger von Rechten und Pflichten sein kann.

können, können eine Veröffentlichung verhindern (VG Koblenz, Beschl. v. 3.11.2008 – 12 F 11054/08, NVwZ 2009, 477 Rn. 10). Maßgeblich ist jedoch die Struktur von § 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 UIG: Eine Ablehnung kommt nur in Betracht, wenn die Offenbarung zu einer erheblichen Beeinträchtigung der betroffenen Person führt (BVerwG, Urt. v. 1.9.2022 – 10 C 5/21 – juris Rn. 13). Das Umweltinformationsrecht weicht hier bewusst von der allgemeinen Systematik des Datenschutzrechts ab und ordnet eine Vorrangstellung der Informationsfreiheit an, solange die Erheblichkeitsschwelle nicht überschritten ist (BVerwG, Urt. v. 1.09.2022 – 10 C 5/21 – juris Rn. 14). Für emissionsbezogene Informationen gilt dieser Vorrang ohnehin uneingeschränkt (§ 9 Abs. 1 S. 2 UIG; BVerwG, Urt. v. 24.9.2009 – 7 C 2/09, Rn. 45). Zu berücksichtigen ist zudem, dass nicht alle Landes-UIG eine ausdrückliche Erheblichkeitsschwelle enthalten, beispielsweise Art. 8 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 BayUIG. Auch dort wird jedoch eine Bagatellgrenze vorausgesetzt, sodass nur spürbare Nachteile eine Ablehnung rechtfertigen.

Eine Verfremdung der Daten ist daher nur erforderlich, wenn die Informationen tatsächlich geeignet sind, Grundstückseigentümer*innen erheblich zu beeinträchtigen. Die Rechtsprechung verlangt hierfür ein gewisses Gewicht des Geheimhaltungsinteresses (OVG NRW, Beschl. v. 13.3.2019 – 15 A 769/18, Rn. 30). Entscheidend sind sowohl das individuelle Interesse an der Geheimhaltung als auch Art und Umfang der offenbaren Informationen (OVG NRW, Urt. v. 1.3.2011 – 8 A 2861/07, Rn. 110). Typischerweise geht es dabei nicht um besonders geschützte private Lebensbereiche, sondern um umweltbezogene Informationen, die ein „Heraustreten in die Außenwelt“ betreffen (Nds. OVG, Beschl. v. 24.3.2016 – 2 LB 69/15, Rn. 10). Die informationspflichtige Stelle muss eine hinreichend substantiierte und konkrete Beeinträchtigung darlegen (OVG NRW, 15 A 769/18, Rn. 34; OVG Münster, 13.3.2019 – 15 A 769/18, Rn. 33). Regelmäßig ist zudem eine Anhörung der Betroffenen nach § 28 VwVfG durchzuführen (Reidt/Schiller 2025, § 9, Rn. 13). Eine erhebliche Beeinträchtigung kann vorliegen, wenn aufgrund der Veröffentlichung realistische Risiken von Repressalien, öffentlicher Anfeindung oder Formen der Selbstjustiz bestehen (Engel 2016, § 9 UIG, Rn. 18). Rein hypothetische oder abstrakte Befürchtungen genügen dagegen nicht; das würde den gesetzgeberisch gewollten Vorrang der Informationsfreiheit unterlaufen (VGH München, Beschl. v. 22.11.2000 – 22 ZE 00.2779; VG Braunschweig, Urt. v. 14.1.2009 – 121/08).

Vor diesem Hintergrund steht die Veröffentlichung vieler bodenbezogener Informationen einer Herausgabe nach § 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 UIG in der Regel nicht entgegen. Entscheidend bleibt jedoch stets die Prüfung des Einzelfalls. Ergibt die Einzelfallprüfung, dass eine Veröffentlichung personenbezogene Interessen tatsächlich erheblich beeinträchtigen würde, dürfen die Daten nicht vollständig zurückgehalten, sondern müssen verfremdet werden, bis kein Personenbezug mehr besteht. Bei Geodaten wird dies in der Regel ab einem Maßstab von 1:5000 erreicht (Schomerus 2020, S. 211). Die Pflicht zur Verfremdung ergibt sich aus dem Abwägungsgebot des § 9 Abs. 1 UIG, der eine Einschränkung nur „soweit“ zulässt, wie es zum Schutz der Betroffenen erforderlich ist.

Zusammenfassung personenbezogener Datenschutz

1. Bodendaten mit Grundstücksbezug können personenbezogene Daten natürlicher Personen darstellen.
2. Der Schutz personenbezogener Daten rechtfertigt eine Ablehnung, wenn die Veröffentlichung zu einer erheblichen Beeinträchtigung führt.
3. Eine Ablehnung erfordert eine konkrete, substantiierte Einzelfallprognose, die das Gewicht des Geheimhaltungsinteresses nachvollziehbar darlegt.
4. Im Regelfall begründet die Veröffentlichung vieler Bodendaten (z. B. Biodiversitätsdaten) keine erhebliche Beeinträchtigung. Ausnahmen sind aber möglich (z. B. wertrelevante Daten wie Altlasten).

5. Soweit erforderlich, sind Geodaten verfremdet, d.h. ab einem Maßstab von 1:5000, zu veröffentlichen.
6. Informationen über Emissionen dürfen gemäß § 9 Abs. 1 S. 2 UIG nicht aus Datenschutzgründen zurückgehalten werden.

5.4.3.2 Geistiges Eigentum

§ 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 UIG erlaubt die Ablehnung eines Informationszugangs, wenn durch die Herausgabe Rechte des geistigen Eigentums verletzt würden. Die praktische Bedeutung dieser Ausnahme ist jedoch gering. Die meisten Schutzrechte – etwa Marken-, Patent-, Gebrauchs- und Geschmacksmusterrechte sowie wettbewerbsrechtliche Positionen – begrenzen zwar die Nutzung, setzen aber eine Veröffentlichung der jeweiligen Schutzrechtsinformationen voraus. Ihre Offenlegung im Rahmen des DHB stellt daher in aller Regel keine Rechtsverletzung dar (Schomerus 2020, S. 218). Tatsächlich verbleibt als relevanter Ablehnungsgrund fast ausschließlich das Urheberrecht (Reidt/Schiller 2025, § 9 UIG Rn. 16).

Für den DHB können urheberrechtliche Fragen insbesondere dann relevant werden, wenn im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Bodendaten ergänzende Antragsunterlagen aus behördlichen Zulassungsverfahren in den Datenbestand einbezogen werden, etwa zur fachlichen Einordnung oder Dokumentation der Datenerhebung. Urheberrechte oder verwandte Schutzrechte können etwa an Sachverständigengutachten, Plänen oder technischen Ausarbeitungen bestehen. Ein urheberrechtlich geschütztes Werk im Sinne des § 1 UrhG setzt eine persönliche, geistige und individuelle Schöpfung voraus; besonders wichtig ist die individuelle Gestaltung (Lauber et al. 2021, S. 25). Reine Routine- oder handwerkliche Leistungen sind dagegen nicht geschützt (BGH, Urt. v. 27.2.1981 – I ZR 29/79, GRUR 1981, 520, 522). Bei naturwissenschaftlichen Arbeiten ist entscheidend, ob ein ausreichender persönlicher Gestaltungsspielraum bestand und genutzt wurde; ergibt sich die Ausgestaltung allein aus fachlichen Gepflogenheiten oder aus der Natur der Sache, fehlt die Werkqualität (Lauber et al. 2021, S. 26).

Liegt Werkqualität vor, kann die Veröffentlichung im DHB gegen das Erstveröffentlichungsrecht nach § 12 UrhG verstoßen. Dies gilt jedoch nicht, wenn das Zulassungsverfahren unter Öffentlichkeitsbeteiligung stattfand, da hier regelmäßig eine konkludente Einwilligung zur Veröffentlichung anzunehmen ist (Reidt/Schiller 2025, § 9 UIG, Rn. 17a). Antragsunterlagen aus Verfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung müssen daher von den Datenbereitstellern als urheberrechtlich geschützt gekennzeichnet werden; eine Zustimmung der Rechteinhaber kann zusätzlich eingeholt und in den Metadaten dokumentiert werden.

Auch außerhalb von Zulassungsverfahren können urheberrechtliche oder verwandte Schutzrechte bestehen, etwa bei Forschungsdaten, die Karten sowie Bild-, Ton- oder Videoaufnahmen enthalten (Grünberger 2025). Daneben ist das Datenbankherstellerrecht nach § 87a UrhG zu berücksichtigen – sowohl hinsichtlich externer Datenbanken als auch für den DHB selbst (ebd.). Entsprechende Rechte müssen in den Metadaten ausgewiesen werden. Quantitative Messdaten oder rein numerische Forschungsdaten sind dagegen regelmäßig nicht urheberrechtlich schutzfähig (Lauber et al. 2021, S. 27).

Für die Nachnutzung der im DHB veröffentlichten Daten ist eine klare Lizenzierung erforderlich. Nutzungsbeschränkungen müssen daher in den Metadaten oder in den Nutzungsbedingungen des DHB offengelegt werden. Datenbereitsteller sind zu verpflichten, bestehende Rechte in den Metadaten transparent kenntlich zu machen. Um eine umfassende Nachnutzung zu ermöglichen, sollten relevante Datensätze möglichst „gemeinfrei“ gestellt werden. Für Verwaltungsdaten bietet sich insbesondere die Datenlizenz Deutschland 2.0 an.

Zusammenfassung geistiges Eigentum

1. Der Ablehnungsgrund des § 9 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 UIG betrifft in der Praxis fast ausschließlich das Urheberrecht und die verwandten Schutzrechte.
2. Urheberrechtlich geschützt sein können insbesondere Gutachten, Pläne und wissenschaftliche Ausarbeitungen aus Zulassungsverfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung.
3. Weitere Schutzrechte können bei Forschungsdaten bestehen, insbesondere bei Karten sowie Bild-, Ton- und Videoaufnahmen.
4. Quantitative Messdaten sind in der Regel nicht urheberrechtlich schutzfähig.
5. Lizenzierungen einzelner Datensätze erfolgen in den jeweiligen Metadatenätzen. Ein entsprechender Hinweis muss in die Nutzungsbedingungen des DHB aufgenommen werden.
6. Für die Nachnutzung müssen Lizenzbedingungen klar geregelt werden. Für Verwaltungsdaten eignet sich die Datenlizenz Deutschland 2.0.

5.4.3.3 Geheimnisschutz

§ 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 3 UIG verpflichtet die informationspflichtigen Stellen, Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse zu schützen. In der Praxis handelt es sich dabei um den häufigsten Ablehnungsgrund im Umweltinformationsrecht (Stracke et al. 2020, S. 37 f.). Das UIG definiert den Begriff nicht selbst; maßgeblich ist das im Wettbewerbsrecht entwickelte Verständnis. Das Geschäftsgeheimnisgesetz – das auf der EU-Geschäftsgeheimnisrichtlinie beruht – findet im Verhältnis zwischen Privaten und Staat keine Anwendung (Lohmann 2022, S. 71 f.). Der ebenfalls erwähnte Schutz des Steuer- und Statistikgeheimnisses ist als Annex zum Geheimnisschutz einzuordnen und für den DHB nicht weiter von Bedeutung (Schomerus 2020, S. 220 f.; Engel 2016, § 9 UIG, Rn. 37).

Nach der gefestigten Rechtsprechung setzt ein Betriebs- oder Geschäftsgeheimnis vier Elemente voraus:

1. Es muss sich um eine Tatsache mit Unternehmensbezug handeln.
2. Die Tatsache darf nicht offenkundig sein.
3. Es muss ein Geheimhaltungswille des Unternehmens bestehen.
4. Der Geheimhaltungswille muss, gemessen an objektiven Kriterien, berechtigt sein.

Geschützt sind alle nicht offenkundigen, einem begrenzten Personenkreis zugänglichen, unternehmensbezogenen Tatsachen, an deren Geheimhaltung ein berechtigtes wirtschaftliches Interesse besteht (Schomerus 2020, S. 220 m.w.N.). Im Kern geht es um exklusives Wissen, das ein Unternehmen wettbewerbslich schützt (Lohmann 2022, S. 52).

Tatsache mit Unternehmensbezug

Geschäftsgeheimnisse müssen konkrete, sinnlich wahrnehmbare und dem Beweis zugängliche Tatsachen betreffen, die einem bestimmten Geschäftsbetrieb zugeordnet werden können (Lohmann 2022, S. 52 f.). Dazu zählen etwa Ertragslagen, Kundenlisten, Bezugsquellen, Marktstrategien, Unterlagen zur Kreditwürdigkeit oder Forschungs- und Entwicklungsprojekte (Reidt/Schiller 2025, § 9 UIG, Rn. 21).

Für Bodendaten ist relevant, dass Messwerte nur dann geheimnisrelevant werden, wenn aus ihnen Rückschlüsse auf wirtschaftlich bedeutsame interne Informationen eines Betriebs gezogen werden können.

Fehlende Offenkundigkeit

Für den DHB ist bei Bodendaten besonders entscheidend, ob eine Information nicht offenkundig ist. Nur dann kann sie als Geschäftsgeheimnis nach § 9 Abs. 1 S. 1 Nr. 3 UIG geschützt sein. Offenkundige Tatsachen unterfallen nicht dem Geheimnisschutz (Reidt/Schiller 2025, § 9 UIG, Rn. 21a unter Verweis auf BVerwG, Urt. v. 24.9.2009 – 7 C 2.09, BVerwGE 135, 34 Rn. 50). Rechtsprechung und Literatur definieren Offenkundigkeit als allgemeine Bekanntheit oder leichte Zugänglichkeit der Information (Lohmann 2022, S. 53). Allgemein bekannt sind Informationen, die in öffentlich zugänglichen Medien verbreitet wurden – etwa Presse, Rundfunk, Internet – oder innerhalb der Fachöffentlichkeit etabliert sind. Keine allgemeine Bekanntheit liegt vor, wenn die Information nur einem eng begrenzten Personenkreis zugänglich ist (Lohmann 2022, S. 53). Maßgeblich ist, ob der Geheimnisträger den Kreis der Wissenden unter Kontrolle hat, etwa durch Verschwiegenheitspflichten (Reidt/Schiller 2025, Rn. 21a m.w.N.). Die Anzahl der Wissenden ist nicht ausschlaggebend: Eine Information kann selbst dann geheim bleiben, wenn viele Mitarbeiter sie kennen, verliert ihre Geheimnisqualität jedoch bereits dann, wenn ein einzelner außenstehender Dritter rechtmäßig Kenntnis erlangt (Lohmann 2022, S. 54).

Nicht offenkundig sind Informationen, wenn sie bislang unbekannt sind und nur mit unzumutbarem Aufwand zu beschafft werden könnten. Offenkundig sind Informationen hingegen dann, wenn sie „mit lauterem Aufwand“ von jedem Interessierten erlangt werden können (Lohmann 2022, S. 54).

Keinen Geheimnisschutz genießen Unterlagen, die im Rahmen eines Verfahrens mit Öffentlichkeitsbeteiligung zwingend auszulegen sind oder auszulegen wären (BVerwG 7 C 2.09, Rn. 52 f.; Reidt/Schiller 2025, Rn. 21a). Dies gilt unabhängig davon, ob tatsächlich eine breite Kenntnisnahme stattgefunden hat.

Für Bodendaten des DHB bedeutet dies: Informationen, die sich sichtbar oder mit einfachen Mitteln erschließen lassen – etwa die Fruchtfolge eines landwirtschaftlichen Betriebs – sind offenkundig und daher kein Betriebs- oder Geschäftsgeheimnis.

Geheimhaltungswillen

Ein Geschäftsgeheimnis setzt voraus, dass der Geheimnisträger die betreffende Information geheim halten will. Ohne einen solchen Willen handelt es sich lediglich um unbekannte Tatsachen. Die Anforderungen an den Geheimhaltungswillen sind gering: Er muss weder ausdrücklich erklärt noch erkennbar gemacht werden; für betriebsinterne Informationen wird er in der Regel vermutet (Lohmann 2022, S. 55 m.w.N.).

Für den DHB bedeutet dies, dass Bodendaten in vielen Fällen nicht geheimnisrelevant sind. Bodendaten, die erst durch eine externe Beprobung auf einem forst- oder landwirtschaftlichen Grundstück erhoben wurden und über die der Betrieb selbst ohne diese Untersuchung nicht verfügen würde, begründen typischerweise keinen Geheimhaltungswillen. Eine Ausnahme besteht lediglich dann, wenn ein Durchschnittsfachmann aus den erhobenen Daten ohne unverhältnismäßigen Aufwand Rückschlüsse auf tatsächlich geheimnisrelevante Betriebsinformationen ziehen könnte.

Berechtigtes Geheimhaltungsinteresse

Ob eine Information als Betriebs- oder Geschäftsgeheimnis geschützt ist, hängt entscheidend davon ab, ob ein berechtigtes wirtschaftliches Interesse des betroffenen Unternehmens an ihrer Geheimhaltung besteht. Dieses Kriterium wirkt als notwendiges Korrektiv gegen einen uferlosen Geheimnisschutz: Die Informationspreisgabe ist der Regelfall, die Ausnahmegreifende

Zurückhaltung muss besonders begründet sein. Diese Grundentscheidung folgt unmittelbar aus EU-Recht und der Aarhus-Konvention (Lohmann 2022, S. 104 f., 129 f.).

Ein berechtigtes Geheimhaltungsinteresse liegt nur vor, wenn die Offenlegung der Information die Wettbewerbsposition des Unternehmens nachteilig beeinflussen könnte und die Information daher für den Wettbewerb relevant ist (Schomerus 2020, S. 221 m.w.N.). Damit soll verhindert werden, dass Unternehmen unter dem Deckmantel des Geheimnisschutzes beliebige Informationen zurückhalten (Reidt/Schiller 2025, § 9 UIG, Rn. 21b unter Verweis auf BVerwG, Beschl. v. 25.7.2013 – 7 B 45.12). Maßstab ist, ob ein verständiger Unternehmer – oder eine vergleichbare öffentliche Stelle – die betroffene Information geheim halten würde.

Für die Wahrscheinlichkeit eines wirtschaftlichen Schadens genügt die „hinreichende Möglichkeit“ einer Beeinträchtigung; ein sicherer Nachweis ist nicht erforderlich (BVerwG, Urt. v. 23.2.2017 – 7 C 31.15, NVwZ 2017, 1775 Rn. 96; Reidt/Schiller 2025, Rn. 21b). Ein berechtigtes Geheimhaltungsinteresse kann auch daraus folgen, dass die Information Rückschlüsse auf andere geheimnisrelevante Tatsachen zulässt, etwa durch Kombination mit öffentlich verfügbaren Daten („Reverse Engineering“; Reidt/Schiller 2025, § 9 UIG, Rn. 22 m.w.N.).

Für den DHB bedeutet dies: Einzelne Kontextinformationen von Bodendaten können geheimnisrelevant sein, wenn aus ihnen Rückschlüsse auf Betriebsweise, Erträge oder wirtschaftliche Kennzahlen gezogen werden können. Die meisten Bodendaten werden diese Schwelle jedoch nicht erreichen. Eine Ausnahme bilden Informationen über Altlasten, die den Verkehrswert eines Grundstücks erheblich mindern können. Gleichwohl überwiegt in solchen Fällen jedoch häufig das öffentliche Interesse an Transparenz das private Geheimhaltungsinteresse (Dombert/Penski 2023).

Sonderfall: Kennzeichnung als Betriebs- oder Geschäftsgeheimnis

Nach § 9 Abs. 1 Satz 4 UIG muss die informationspflichtige Stelle grundsätzlich davon ausgehen, dass ein Betriebs- oder Geschäftsgeheimnis vorliegt, wenn die übermittelten Informationen entsprechend gekennzeichnet sind. Diese Vermutungsregel wird in der Rechtsprechung bestätigt (OVG Münster, Beschl. v. 2.1.2009 – 13a F 31/07, NuR 2009, 289; Reidt/Schiller 2025, § 9 UIG, Rn. 25). Sie gilt insbesondere für Unterlagen aus Genehmigungsverfahren oder für Prüf- und Messergebnisse, die aufgrund kontinuierlicher Betreiberpflichten oder behördlicher Anordnungen übermittelt werden.

Die Kennzeichnung begründet jedoch nur eine widerlegbare Vermutung: Ob tatsächlich ein Geschäftsgeheimnis besteht, unterliegt weiterhin der vollständigen behördlichen und gerichtlichen Kontrolle. Umgekehrt folgt aus dem Gesetz nicht, dass fehlende Kennzeichnung die Geheimniseigenschaft ausschließt. Auch nicht markierte Informationen können geheimnisrelevant sein (Reidt/Schiller 2025, § 9 UIG, Rn. 25 m.w.N.).

Für den DHB bedeutet dies zweierlei: Datenbereitsteller sind verpflichtet, geheimnisrelevante Informationen eindeutig zu kennzeichnen. Die materielle Prüfung, ob tatsächlich ein Betriebs- oder Geschäftsgeheimnis vorliegt, obliegt der jeweils zuständigen informationspflichtigen Stelle. Der DHB bildet die Kennzeichnungen und die darauf beruhenden Entscheidungen technisch ab, ohne selbst eine eigenständige Geheimnisprüfung vorzunehmen.

Zusammenfassung Geheimnisschutz

1. Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse sind der praxisrelevanteste Ablehnungsgrund nach § 9 Abs. 1 Nr. 3 UIG.
2. Bodendaten können geheimnisrelevant sein, wenn sie mittelbare oder unmittelbare Rückschlüsse auf die Betriebsführung zulassen.
3. Auch wenn Datensätze nicht als geheimnisrelevant markiert sind, muss vor Veröffentlichung geprüft werden, ob Geheimnisse betroffen sind.
4. Sind Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse betroffen, dürfen Daten nicht vollständig zurückgehalten, sondern müssen soweit wie erforderlich verfremdet werden.

5.4.4 Bereitstellung durch die Verwaltung

Bei der Bereitstellung von Bodendaten durch verschiedene Verwaltungseinheiten sind unterschiedliche rechtliche Vorgaben für die Ausgestaltung der Nutzungsvereinbarungen relevant. Dabei muss zwischen unmittelbarer und mittelbarer Bundesverwaltung sowie unmittelbarer und mittelbarer Landesverwaltung unterschieden werden.

5.4.4.1 Bereitstellung durch den DHB

Der DHB ist kein eigenes Rechtssubjekt, sondern Teil der Bundesverwaltung. Rechtsträger ist der Bund; er trägt sämtliche Rechte und Pflichten des DHB und verfügt damit über Schuld- und Sachenrechtsfähigkeit. Da für einen Vertrag immer zwei verschiedene Rechtspersonen erforderlich sind, kann der DHB keine Nutzungsbedingungen mit sich selbst für die Bereitstellung eigener Daten schließen.

Für die öffentliche Verbreitung von Umweltinformationen wird diese Nutzbarkeit am bestmöglich durch eine Deklaration der bereitgestellten Daten als gemeinfrei erreicht, etwa mittels einer Open-Data-Lizenz (z. B. Datenlizenz Deutschland 2.0; Open.NRW 2019) oder international etablierter Public-Domain-Lizenzen wie CC0.¹² Anderenfalls können trotz Veröffentlichung Unsicherheiten über die rechtliche Nachnutzung bestehen. Rechte Dritter müssen in den Metadaten vermerkt werden; in den Nutzungsbedingungen ist zudem auf die Einhaltung dieser Rechte hinzuweisen. Dies dient nicht nur der Transparenz, sondern entspricht der erforderlichen Sorgfalt eines Datenanbieters und hilft, Regressansprüche zu vermeiden.

Für die verwaltungsinterne Nutzung ist eine differenzierte, gestufte Nutzungsbefugnis erforderlich. In bestimmten Fällen können individuelle Nutzungsbedingungen notwendig sein, etwa für besonders hochauflösende Satellitenbilder, die nur einzelne Behörden aufgrund spezieller Erwerbsverträge nutzen dürfen. Das Clubmodell ermöglicht hierfür eine Standardisierung der verschiedenen Nutzungsbedingungen. Werden nur bestimmte Behörden mit hochauflösenden oder besonders sensiblen Datensätzen versorgt, müssen sie im Bereitstellungsprozess ausdrücklich ausgewählt werden.

5.4.4.2 Unmittelbare Bundesverwaltung

Bei der unmittelbaren Bundesverwaltung nimmt der Bund Verwaltungsaufgaben durch eigene Behörden wahr. Rechtsträger ist in allen Fällen der Bund selbst. Wenn Daten für den DHB durch Behörden der unmittelbaren Bundesverwaltung bereitgestellt werden, handelt daher stets derselbe Rechtsträger – der Bund – sowohl als Betreiber des DHB als auch als Datenbereitsteller. Dies hat zur Folge, dass keine Nutzungsvereinbarungen zwischen diesen Stellen geschlossen werden können. Öffentlich-rechtliche Verträge (§§ 54 ff. VwVfG) und

¹² Es ist umstritten, ob das nach deutschem Urheberrecht überhaupt „rechtlich sauber“ möglich ist. Allerdings ist bisher kein Fall aus der Praxis bekannt, in dem dies relevant geworden ist. Zumal sich der Rechteinhaber sich in diesem Fall den Einwand widersprüchlichen Verhaltens nach § 242 des Bürgerlichen Gesetzbuches entgegenhalten lassen müsste (Krahn et al. 2021, S. 118f.)

Verwaltungsvereinbarungen setzen stets zwei unterschiedliche Rechtssubjekte voraus; Behörden der unmittelbaren Bundesverwaltung besitzen diese rechtliche Selbstständigkeit jedoch nicht. Eine vertragliche Regelung wäre daher nicht nur entbehrlich, sondern rechtlich ausgeschlossen. Wie bei der Datenbereitstellung durch den DHB selbst sollte auch hier die Nutzbarkeit der bereitgestellten Daten im Vordergrund stehen. Für öffentlich verbreitete Bodendaten empfiehlt sich eine Open-Commons-Lizenzierung, die sie als gemeinfrei erklärt und eine rechtssichere Nachnutzung ermöglicht.

Für die verwaltungsinterne Nutzung genügt das gestufte Berechtigungsmodell des Clubmodells. Spezielle Vereinbarungen sind auch hierfür nicht erforderlich. Die Datenbereitstellung erfolgt über das Informationsnetz des Bundes, das bereits den entsprechenden Sicherheits- und Standardisierungsanforderungen genügt.

Um die Anforderungen an die Datensicherheit zu verdeutlichen, sollten die erforderlichen TOM den beteiligten Behörden dennoch mitgeteilt werden. Eine eigene Rechtswirkung entsteht dadurch nicht; allerdings ist aufgrund der allgemeinen Rechtsbindung der Verwaltung davon auszugehen, dass solche Hinweise faktisch beachtet und umgesetzt werden.

5.4.4.3 Mittelbare Bundesverwaltung

Im Unterschied zur unmittelbaren Bundesverwaltung handelt es sich bei Trägern der mittelbaren Bundesverwaltung um eigenständige Rechtssubjekte. Dazu zählen insbesondere Bundeskörperschaften des öffentlichen Rechts (z. B. Deutsche Rentenversicherung), rechtsfähige Bundesanstalten des öffentlichen Rechts (z. B. Bundesinstitut für Risikobewertung), Bundesstiftungen des öffentlichen Rechts (z. B. Deutsche Bundesstiftung Umwelt) sowie vom Bund beliehene natürliche oder juristische Personen des privaten Rechts (z. B. Autobahn GmbH des Bundes).

Aufgrund ihrer eigenen Rechtspersönlichkeit können mit diesen Einrichtungen Nutzungsvereinbarungen entweder als Verwaltungsvereinbarung oder als öffentlich-rechtlicher Vertrag geschlossen werden. Praxisauglich ist ein öffentlich-rechtlicher Kooperationsvertrag, der durch Akzeptieren der Nutzungsbedingungen des DHB zustande kommt. In diesen Fällen müssen die TOM zur Datensicherheit ebenso vertraglich festgelegt werden wie etwaige Beschränkungen aus Rechten Dritter, die bei der Weiterverwendung der Daten zu beachten sind.

Besondere Bedeutung hat die Abgrenzung zwischen rechtsfähigen und nichtrechtsfähigen Anstalten des öffentlichen Rechts. Rechtsfähige Anstalten des öffentlichen Rechts sind eigenständige Rechtsträger und gehören daher zur mittelbaren Bundesverwaltung. Nichtrechtsfähige Anstalten des öffentlichen Rechts sind dagegen nicht rechtlich selbständig. Sie sind vollständig in die Bundesverwaltung eingegliedert, sodass ihr Rechtsträger der Bund ist. Ein Beispiel ist der Deutsche Wetterdienst, der dem Geschäftsbereich des Bundesinnenministeriums zugeordnet ist und nicht rechtsfähig ist. Gleiches gilt etwa für das Technische Hilfswerk (THW). Diese Einrichtungen gehören trotz ihrer organisatorischen Besonderheiten zur unmittelbaren Bundesverwaltung, sodass für sie keine Nutzungsvereinbarungen möglich oder erforderlich sind.

Daneben existieren teilrechtsfähige Anstalten des öffentlichen Rechts, die lediglich hinsichtlich ihres Vermögens rechtsfähig sind. Für den DHB spielen sie keine praktische Rolle. Der Vollständigkeit halber ist jedoch festzuhalten, dass auch sie verwaltungsorganisatorisch in die allgemeine Staatsverwaltung eingebunden sind und daher nicht als eigenständige Vertragspartner auftreten können.

5.4.4.4 Bereitstellung durch unmittelbare Landesverwaltungen

Für die Bereitstellung von Umweltinformationen der Länder im Rahmen des DHB ist eine eigenständige Datenaustausch- und Nutzungsvereinbarung erforderlich. Diese Vereinbarung regelt, ob und in welchem Umfang Länder freiwillig Bodendaten an den DHB übermitteln und welche optionalen Leistungen, z.B. zentrale Bearbeitung von Informationsanträgen oder die Nutzung von Datenanalyseprodukten wie Kartenfunktionen und Zeitreihenanalysen, in Anspruch genommen werden. Die Entscheidung zur Teilnahme am DHB erfolgt dabei vollständig freiwillig. Mit dem Beitritt zu einer entsprechenden Vereinbarung verpflichten sich die teilnehmenden Stellen jedoch, die dort festgelegten Regelungen für die jeweilige Laufzeit verbindlich einzuhalten, um einen verlässlichen und planbaren Betrieb sicherzustellen.

Informationspflichtige Stellen der Länder können ihre Pflicht zur Verbreitung von Umweltinformationen weiterhin eigenständig erfüllen. Die Verlinkung auf den DHB (§ 10 Abs. 4 UIG) stellt hierbei eine optionale Möglichkeit dar; entsprechende Regelungen enthalten auch die Landes-UIG. Viele der bereitgestellten Informationen werden zudem nicht unter die aktive Unterrichtungspflicht des § 10 Abs. 2 UIG fallen, sondern im Bereich der freiwilligen Veröffentlichung liegen.

Die bereits bestehende Bund-Länder-Umweltdatenvereinbarung kann ergänzend genutzt werden, soweit sie sich als technischer Rahmen für den Datenaustausch eignet. Diese bildet seit Jahren die Grundlage des Datenaustauschs zwischen Bund und Ländern und enthält mit Anhang 4 bereits eine bodendatenbezogene Struktur. Eine Nutzung dieser Vereinbarung im Kontext des DHB stellt keine Zweckänderung dar und begründet insbesondere keine Verpflichtung zur Veröffentlichung von Daten durch den Bund. Art, Umfang, Aggregation und Übermittlungswege der Daten werden sukzessive und im Einvernehmen zwischen Bund und Ländern festgelegt. Der DHB kann hierbei gemäß § 3 Abs. 1 Umweltdatenvereinbarung als empfangende Stelle benannt werden, ohne dass hiermit Aussagen über eine öffentliche Verbreitung verbunden sind. Die Einhaltung des Datenschutzes und sonstiger Geheimhaltungsvorschriften ist bereits in § 5 Umweltdatenvereinbarung festgelegt und bleiben unberührt. Weitergehende Anforderungen an den Datenaustausch, insbesondere TOMs, können im Anhang 4 zu Bodendaten konkretisiert werden.

Für den DHB bedeutet dies, dass die bestehende Verwaltungsvereinbarung nicht ersetzt, sondern, sofern sachdienlich, als eine Anschlussoption genutzt wird. Die grundlegende Architektur des DHB ist jedoch nicht auf die Bund-Länder-Umweltdatenvereinbarung beschränkt, sondern so ausgestaltet, dass sie gleichermaßen für Prozesse innerhalb der Bundesverwaltung wie für die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern geeignet ist.

Der DHB setzt insgesamt auf freiwillige Teilnahme bei verbindlicher Ausgestaltung. Eine Übermittlungspflicht wird weder begründet noch angestrebt. Ziel ist es vielmehr, durch klar geregelte, verlässliche Vereinbarungen einen Mehrwert für alle beteiligten Datenbereitsteller zu schaffen und gleichzeitig den Verwaltungsaufwand bei der Auffindung und Nutzung von Umweltinformationen zu reduzieren.

5.4.4.5 Bereitstellung durch mittelbare Landesverwaltung

Ob und inwieweit Einrichtungen der mittelbaren Landesverwaltung künftig Daten für den DHB bereitstellen sollen, ist derzeit noch offen. Klar ist jedoch, dass diese Stellen eigene Rechtsträger sind und daher, anders als Behörden der unmittelbaren Landesverwaltung, nicht über die Bund-Länder-Umweltdatenvereinbarung eingebunden werden können.

Für Einrichtungen der mittelbaren Landesverwaltung müssen daher eigene öffentlich-rechtliche Verträge oder Datenaustauschvereinbarungen abgeschlossen werden. Da in 16 Ländern eine

große Anzahl potenzieller Einrichtungen existiert und Einzelabsprachen zu aufwendig wären, empfiehlt sich ein standardisierter, vorformulierter öffentlich-rechtlicher Vertrag in Form einer Datennutzungsvereinbarung. Dadurch können Anforderungen wie TOMs, Rechte Dritter und Nutzungsmöglichkeiten einheitlich geregelt werden, ohne dass jeweils individuelle Vertragswerke erstellt werden müssen.

5.4.4.6 Bereitstellung durch Kommunen

Kommunen sind eigene Gebietskörperschaften und gehören damit zur mittelbaren Landesverwaltung; sie sind mithin eigenständige Rechtsträger. Ob kommunale Datenbereitstellungen für den DHB vorgesehen werden, ist derzeit unklar. Da circa 11.000 kommunalen Gebietskörperschaften in Deutschland existieren, wäre es weder praktikabel noch effizient, individuelle Verwaltungsabkommen abzuschließen. Zweckmäßig ist deshalb auch hier der Abschluss eines standardisierten öffentlich-rechtlichen Vertrages durch vorformulierte Nutzungsbedingungen (AGB-Modell) auf der DHB-Website. Auf diese Weise können kommunale Stellen durch Akzeptieren der Nutzungsbedingungen rechtssicher Daten bereitstellen, ohne dass jeweils gesonderte Vertragsentwürfe notwendig sind.

5.5 Nutzungsvereinbarungen zwischen Datennutzenden und DHB

Die Ebene der Datennutzung reicht über die öffentliche Verbreitung von Umweltinformationen hinaus. Alle Umweltinformationen, die öffentlich bereitgestellt werden, können von Dritten frei genutzt und weiterverwendet werden. Eine nachträgliche Beschränkung ist ausgeschlossen, da Informationen, die einmal in der Öffentlichkeit stehen, dauerhaft frei nutzbar sind.

5.5.1 Nutzung verwaltungsinterner Daten durch öffentliche Stellen

Für das Clubmodell relevant sind die verwaltungsinternen Datensätze, die nicht öffentlich verbreitet werden und teilweise personenbezogene Daten, urheberrechtlich geschützte Inhalte oder Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse enthalten.

Das Clubmodell sieht vor, dass Datenbereitsteller individuell entscheiden können, welchen öffentlichen Stellen oder Nutzergruppen sie ihre Daten zugänglich machen. Bestimmte Nutzungen können zugelassen, andere ausgeschlossen werden. Diese differenzierte Zugriffssteuerung ist rechtlich möglich, da es sich nicht um eine öffentliche Verbreitung, sondern um eine gezielte Bereitstellung im verwaltungsinternen Raum handelt.

Die Datenhoheit verbleibt beim jeweiligen Datenbereitsteller. Er trägt die Verantwortung dafür, dass bei der Weitergabe alle Rechte Dritter (Datenschutz, Urheberrecht, Geheimnisschutz) gewahrt bleiben. Die faktische Zugriffsmöglichkeit kann vertraglich geregelt werden, da derjenige über die Nutzung der Daten entscheidet, der rechtlich über sie verfügen darf.

5.5.2 Nutzung durch private Stellen, insbesondere Forschungseinrichtungen

Das Clubmodell soll auch privatrechtlich organisierte Forschungseinrichtungen einbinden können. Eine solche Bereitstellung ist rechtlich zulässig, sofern sie auf einer belastbaren rechtlichen Grundlage erfolgt und nicht willkürlich ist. Im Rahmen der öffentlichen Verbreitung von Umweltinformationen darf der DHB nicht zwischen allgemeiner Öffentlichkeit und Fachöffentlichkeit unterscheiden; jede Form selektiver Bereitstellung wäre unzulässig. Anders verhält es sich bei verwaltungsinternen Daten: Diese dürfen zweckgebunden an private Dritte weitergegeben werden, etwa im Rahmen eines:

- Forschungsauftrags,

- ▶ Kooperations- oder Werkvertrags,
- ▶ Zuwendungsbescheides mit Leistungsbeschreibung,
- ▶ oder einer übertragenen öffentlichen Aufgabe (Beleihung).

Der Zweck der Datenbereitstellung liegt dabei regelmäßig in der bestmöglichen Erfüllung des Forschungs- oder Arbeitsauftrags. Eine willkürliche Weitergabe ist schon systematisch ausgeschlossen.

Wegen des Schutzes personenbezogener Daten, Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse oder urheberrechtlicher Positionen müssen Datensätze mit entsprechenden TOMs gesichert werden. Die Pflichten der Datenempfänger*innen können in vorformulierten Datennutzungsbedingungen festgelegt werden, die vor Datennutzung zu akzeptieren sind.

Die Weitergabe verwaltungsinterner Daten an private Nutzer unterliegt zudem den Vorgaben des Art. 4 des Data Governance Acts¹³ (im Folgenden DGA).

- ▶ keine exklusive Weitergabe (Art. 4 Abs. 1 DGA),
- ▶ Weitergabe nur bei öffentlichem Auftrag oder im allgemeinen Interesse (Art. 4 Abs. 2 DGA),
- ▶ falls ausnahmsweise exklusiv: maximal 12 Monate (Art. 4 Abs. 3 DGA).

Verwaltungsinterne Daten des DHB fallen typischerweise unter Art. 3 Abs. 1 DGA, da sie dem Datenschutz, dem Geschäftsgeheimnisschutz oder dem Urheberrechtsschutz unterliegen. Daher müssen sämtliche Weitergaben streng innerhalb des DGA-Rahmens erfolgen.

¹³ Verordnung (EU) 2022/868 vom 30.05.2022 über europäische Daten-Governance.

6 Datenlieferungen an den Data Hub Boden

Datenbereitstellungen an den DHB sind Datensätze, die an den DHB geliefert werden und den Nutzer*innen des DHB (unter Berücksichtigung unterschiedlicher Zugriffs- und Nutzungsberechtigungen) zur Verfügung stehen. Gegenstand dieses Kapitels ist die Beschreibung unterschiedlicher „Lieferwege“, über die die Daten in den DHB gelangen. Ziel ist eine einheitliche, nachvollziehbare und möglichst automatisierte Datenübernahme.

6.1 Kopieren von Datenquellen vs Einbindung on-the-fly

In einer idealisierten IT-Infrastruktur ließen sich alle Datenquellen direkt anbinden, ohne dass der DHB selbst Daten speichern müsste. In der Praxis ist eine ausschließliche Einbindung externer Datenquellen ohne zusätzliche technische Vorhaltung im DHB nicht umsetzbar. Begrenzte Netzwerkbandbreiten, Latenzen, Systemausfälle und Rechenaufwand für Ableitungen erfordern eine solche technische Vorhaltung. Hinzu kommt, dass viele Datenquellen derzeit nicht über maschinenlesbare Schnittstellen verfügen, die über das Internet erreichbar sind.

Der DHB hält dabei keine führende Kopie der Primärdaten vor. Die datenhaltenden Stellen bleiben die maßgeblichen Referenzquellen („single source of truth“). Eine Vorhaltung im DHB erfolgt ausschließlich in Form technischer Repräsentationen (z. B. Caches, Indizes oder leseoptimierter Datenformate), soweit dies für Performance, Verfügbarkeit, Synchronisation und die Bereitstellung der Dienste erforderlich ist. Diese Repräsentationen werden regelmäßig mit den Primärquellen abgeglichen und aktualisiert. Dies schließt auch nachträgliche Korrekturen bereits übernommener Daten ein.

Die Synchronisation zwischen DHB und den jeweiligen Datenquelle ist so zu konzipieren, dass der DHB zu jedem Zeitpunkt des Datenabgleichs den aktuellen fachlichen Kenntnisstand übernimmt.

Das Einbinden on-the-fly bietet sich für wenig komplexe Datensätze an, die nicht mehr vorverarbeitet werden müssen und anbieterseitig mit garantierter Verfügbarkeit über maschinenlesbare, standardisierte Webdienste bereitgestellt werden. Hier sind insbesondere externe Kartendienste zu nennen, sofern Darstellung und Schnittstelle kompatibel mit dem DHB sind.

Sind Datenvorverarbeitungen oder aufwändige Transformationen erforderlich, Leistungsfähigkeit im Mehrbenutzerbetrieb unsicher, vorgefertigte Visualisierungen zu unflexibel oder die zu übertragenden Datenmengen unangemessen groß, ist es oft sinnvoller, technische Repräsentationen der Datenquellen im DHB bereitzustellen und über eigene Schnittstellen bereitzustellen.

6.2 Versionierung von Datensätzen im DHB

Um die Aktualität der bereitgestellten Datensätze kenntlich zu machen, sollte für jeden Datensatz erkennbar sein, wann die letzte Synchronisation mit der Primärquelle stattgefunden hat. Mit diesem Zeitstempel erhalten Datennutzende eine erste Information darüber, wie aktuell die Daten im DHB im besten Fall sind. Da viele datenhaltende Stellen selbst keine Versionierung ihrer Datenbestände durchführen, ist eine vollständige Rückverfolgbarkeit einzelner Änderungen auch im DHB häufig nicht möglich. Der DHB bildet deshalb nach dem Prinzip des „besten Standes des Wissens“ stets die aktuelle verfügbare Datenversion ab.

Die Kennzeichnung von Versionen muss sich nach den Fähigkeiten der Quellsysteme richten. Sollten die Quellsysteme explizite Versionen in Form einer Revisionsnummer oder eines

verbindlichen Versionsdatums bereitstellen, kann dieses genutzt werden. Sollte diese Informationen in den Quellsystemen selbst nicht vorhanden sein, muss im Zuge der Synchronisation oder Übergabe ein Ersatzwert durch DHB-interne Werkzeuge erzeugt werden. Versionsinformationen sind im Zuge der Datenbereitstellung und Präsentation (Kapitel 7) auszugeben und anzuzeigen.

Potenziell interessant und relevant sind darüber hinaus auch komplexere Versionierungswerkzeuge, die Unterschiede zwischen einzelnen Versionen des gleichen Datensatzes erkennbar machen. Aufwand und Nutzen solcher Lösungen sollte langfristig mit den Nutzer*innen des DHB diskutiert und bewertet werden.

6.3 Bereitstellungswege in den DHB

Die Datenübertragung in den DHB kann technisch auf unterschiedlichen Wegen erfolgen. Mögliche Wege sind:

- ▶ Automatisierter Datenabruf via API des Datenbereitstellers
- ▶ Manuelle Datenbereitstellung
- ▶ Datenbereitstellung via Upload-Schnittstelle

Diese Varianten werden nachfolgend einzeln beschrieben und in Kapitel 6.3.8 verglichen und bewertet.

6.3.1 Automatisierter Datenabruf via API des Datenbereitstellers

Sofern die Datenbereitsteller eine maschinenlesbare Schnittstelle bereitstellen, ist ein automatisiert und ggf. zeitgesteuerter Abruf der Daten möglich. Typische Schnittstellenarten sind REST-APIs, einfache HTTP-Webserver oder FTP-Server. Daneben existieren weitere standardisierte Webdienste und Schnittstellen, wie z.B. OGC-Dienste.

Für solche Quellen kann der DHB mit Datenadaptern ausgestattet werden, die diese Datenquellen in regelmäßigen Abständen abrufen und den zwischengespeicherten Datenbestand im DHB nachführen bzw. aktualisieren. Dieser Vorgang kann im Regelbetrieb weitgehend unüberwacht ablaufen. Für Administrationsaufgaben ist es jedoch sinnvoll, eine einfache Steueranwendung für die Erfolgskontrolle und das manuelle Auslösen von Datenimporten zu schaffen.

6.3.2 Direkte Einbindung einer API des Datenbereitstellers

Für die Einbindung bestimmter externer Datenangebote kann es sinnvoll sein, gar keine interne Spiegelung der Daten vorzunehmen, sondern die entsprechenden Schnittstellen bzw. Webdienste direkt einzubinden. Nach dem Stand der Dinge betrifft das in erster Linie bestimmte Kartendienste, die von amtlicher Seite über (1) weit verbreitete Schnittstellen, (2) mit hoher Verfügbarkeit und (3) in ansprechender und fachlich adäquater Darstellung/Visualisierung bereitgestellt werden.

Im Einzelfall ist zu prüfen und mit den Datenbereitstellenden abzusprechen, ob eine ausreichend hohe Verfügbarkeit sichergestellt werden kann und ob die Leistung der externen Dienste ausreicht, um eine verzögerungsarme Bedienung (z.B. von Kartenviewern) im DHB sicherzustellen. Im Einzelfall ist eine wirtschaftliche Abwägung zu treffen.

6.3.3 Manuelle Datenbereitstellung

Insbesondere im Bereich der von amtlicher Seite bereitgestellten Beprobungsdaten dominiert derzeit noch der manuelle Datenaustausch. Stand der Technik ist die Formulierung eines Datengesuchs via E-Mail und die anschließende Zusendung der gewünschten Daten via E-Mail oder über ein Download-Portal. Im Zuge verschiedener Digitalisierungsaktivitäten arbeiten die datenhaltenden Stellen auch an Schnittstellen für den Datenabruf, trotzdem wird die manuelle Bereitstellung mittelfristig dominieren.

6.3.4 Manueller Datenimport

Eine einfache Möglichkeit, manuell bereitgestellte Daten in den DHB zu übernehmen, ist die manuelle Übertragung in die Datenhaltung des DHB durch technisch geschultes Personal. Im Zuge der Übertragung können weitere Transformationsschritte erforderlich sein, um die übernommenen Daten in das Zielschema der DHB-internen Datenhaltung zu überführen.

6.3.5 Datenimport über Upload-Werkzeuge

Die Alternative zum manuellen Datenimport ist die Nutzung von Upload-Werkzeugen und Upload-Schnittstellen. Upload-Werkzeuge ermöglichen den Datenimport auch für nicht-technisches Personal. Verarbeitung und Import der angelieferten Daten erfolgen „auf Knopfdruck“ und weitgehend automatisch. Voraussetzung für die Entwicklung und Nutzung von Upload-Werkzeugen ist die Datenübernahme in einem bekannten Format und einer wohldefinierten Struktur.

Prinzipiell kann ein solches Upload-Werkzeug auch zu einer zugangsgeschützten Webanwendung weiterentwickelt werden, sodass der Datenupload von den Datenbereitstellern über Webbrowser selbst vorgenommen werden kann.

In der Praxis trifft man derzeit noch vereinzelt auf Upload-Werkzeuge, die im Vorfeld als Einzelanwendung installiert werden müssen¹⁴. Diese Realisierungsvariante verliert jedoch zunehmend an Bedeutung und sollte für Neuentwicklungen nicht mehr gewählt werden.

6.3.6 Bereitstellung einer Upload-API

Um den Importprozess möglichst stark zu automatisieren, bietet sich seitens des DHB die Einrichtung einer Upload-API an. Während Upload-Werkzeuge für die Bedienung durch Menschen ausgelegt sind, bietet die Upload-API einen maschinenlesbaren Weg für den Datenimport. Die Auslegung dieser API kann ebenfalls für die öffentliche Nutzung ausgelegt und zugangsgeschützt sein. Datenbereitsteller können diese API nutzen, um eigene Datenlieferungen in einem zuvor definierten Format automatisch und ggf. zeit- und ereignisgesteuert automatisch und ohne menschliche Interaktion an den DHB zu senden.

6.3.7 Datenformate

Das Datenformat für die Bereitstellung der Daten wird zwischen DHB und Datenbereitsteller fallweise abgesprochen. Das präferierte Datenformat ist abhängig von der jeweiligen Datenart (vgl. Kapitel 3), bevorzugt werden standardisierte und weit verbreitete Datenformate. Werden die Daten über eine API des Datenbereitstellers bezogen, sollten ebenfalls maschinenlesbare Formate (JSON, CSV) zum Einsatz kommen.

¹⁴ <https://www.senckenberg.de/en/science/research-infrastructure/databases-and-digital-resources/edaphobase-database-on-soil-zoology/edaphobase-upload-data/>

Um die Datenbereitsteller zu entlasten, kann auch vereinbart werden, dass die Datenübergabe in einem „nativen“ Datenformat erfolgt, das auf Seite der Datenbereitsteller ohnehin für die interne Datenhaltung und -weitergabe genutzt wird.

6.3.8 Vergleich der Bereitstellungswege

Die Vor- und Nachteile der beschriebenen Bereitstellungswege sind in Tabelle 6 dargestellt. Nach abschließender Bewertung wird für Beprobungsdaten langfristig nur die „Direkte Einbindung einer API des Datenbereitstellers“ als robust und wirtschaftlich erachtet. Die direkte Einbindung von APIs eines Datenbereitstellers erscheint zumindest für bestimmte Kontextdaten ökonomisch. Damit einher gehen allerdings Kontrollverluste im Betrieb und der übertragenen Inhalte, die im Detail abgewogen werden müssen.

Tabelle 6: Vor- und Nachteile der Bereitstellungswege

Bereitstellung	Vorteile	Nachteile
Automatisierter Datenabruf via API des Datenbereitstellers	• Datenabruf kann durch DHB initiiert und optimal gesteuert werden • Abrufintensität und Belastung der Quellsysteme kann durch den DHB gesteuert und ggf. minimiert werden • Asynchrone Transformation der Daten	• (Sofern noch nicht vorhanden muss der Datenbereitsteller eine Schnittstelle einrichten und betreiben)
Direkte Einbindung einer API des Datenbereitstellers	• Keine Zwischenspeicherung im DHB erforderlich	• Allgemein • Hohe Spitzenlasten auf dem Quellsystem • I.d.R. keine Verfügbarkeitsgarantien auf Bereitstellerseite (Ausfallzeiten, Antwortzeiten, zugesicherte Leistungsfähigkeit) • Versionskontrolle kann ggf. nicht sichergestellt werden • Begrenzte Möglichkeiten zur Anpassung von Darstellung und Filterung • Ggf. zusätzliches Monitoring der externen Schnittstellen erforderlich, um Verfügbarkeit zu überwachen • Für Beprobungsdaten • Ad-hoc-Transformation der Quelldaten anspruchsvoll ggf. nicht ohne starke Verzögerungen machbar • Filterung in den Daten ggf. nicht möglich
Manuelle Datenbereitstellung – manueller Datenimport	• Größte Flexibilität • Ggf. auch Handhabung nicht-maschinenlesbarer Daten und Anbringung manueller Umformungen durch DHB-Personal möglich	• Sehr hoher Arbeitsaufwand aufgrund fallweiser manueller Transformation der Daten • Dadurch bedingt auch erhöhte Fehleranfälligkeit • Geringste Automatisierung, Fachwissen zur Transformation steckt in den Köpfen einzelner Mitarbeiter*innen

Bereitstellung	Vorteile	Nachteile
Manuelle Datenbereitstellung – Import via interaktives Upload-Werkzeug	• Flexibilität in der Handhabung nicht-maschinenlesbarer Daten und Anbringung manueller Umformungen durch Personal der Datenbereitsteller möglich	• Ggf. sehr hohe initiale und /oder wiederkehrende Arbeitsaufwände bei Datenbereitstellern • Erschaffung eines eigenen Übergabeformats erforderlich • Starrer und inflexibler Prozess; kontinuierliche Anpassungen / Erweiterungen an diesem Format insbesondere in der Anfangszeit sehr wahrscheinlich (nachteilig für DHB und Datenbereitsteller)

6.4 Vermeidung von Dubletten

Werden Daten über verschiedene Ausspielwege von unterschiedlichen Stellen bezogen, kann die Situation auftreten, dass einzelne Datensätze aus der gleichen Primärquelle mehrfach in den DHB gelangen. So können Dubletten entstehen, die eine falsche Datendichte suggerieren und in statistischen Auswertungen Artefakte erzeugen.

Um die Entstehung von Dubletten zu vermeiden, ist mit den einzelnen Datenbereitstellern abzustimmen, ob sie in ihren Datenlieferungen fremde Datensätze integrieren und diese identifiziert und ggf. herausgefiltert werden können. Weiterhin sollte der Datenbestand im DHB regelmäßig auf Dubletten geprüft werden, um Verdachtsfälle zu identifizieren und echte Dubletten zu bereinigen.

Die Prüfung auf Dubletten kann voraussichtlich nur teilautomatisiert erfolgen. Denkbar ist die Anwendung von Prüfskripten, die auf der Grundlage von Merkmalen im Datensatz (Ähnlichkeit von Standortkoordinaten, Standortkennungen, Zeitstempel von Probenahmen, Wertähnlichkeit - / -gleichheit) mögliche Dubletten identifizieren. Pauschale Schwellwerte bzw. Metriken, die unüberwacht angewendet werden können, gibt es nicht. Eine manuelle Prüfung der Detektionsbefunde und die manuelle Entfernung der Dublette ist folglich notwendig.

6.5 Fortlaufende Berechnung eigener Datenprodukte

Obwohl der DHB keine eigenen Daten erhebt und keine automatisierte Erzeugung eigenständiger Datenprodukte vornimmt, besteht die Anforderung, auf Basis der im DHB verfügbaren Daten grundlegende Auswertungen durchführen zu können. Diese Auswertungen sollten nach Möglichkeit direkt innerhalb des DHB erfolgen, sodass die Ergebnisse für eine Weiterverwendung exportiert werden können. Solche Auswertungen erfolgen ausschließlich anlassbezogen und nutzerinitiiert. Das bedeutet, dass eine Auswertung jeweils durch eine konkrete Anfrage oder Aktion einer oder eines Nutzenden ausgelöst wird. Der DHB erzeugt keine fortlaufenden oder dauerhaft gepflegten Datenprodukte ohne einen entsprechenden Auslöseprozess durch Nutzer*innen.

Gegenstand dieser Auswertungen sind einfache, regelbasierte Auswertungen auf Basis vorhandener Datenbestände, etwa Aggregationen, Mittelwertbildungen oder räumliche Zusammenfassungen. Der genaue Umfang der unterstützten Auswertungsfunktionen ist im Zuge der Umsetzung zu konkretisieren und wird testszenariospezifisch festgelegt. Eine fachliche Interpretation, Indikatorenbildung oder eigenständige Bewertung der Ergebnisse durch den DHB ist damit nicht verbunden.

Für die Durchführung nutzerinitiiertter Auswertungen ist sicherzustellen, dass die zugrunde liegenden Eingangsdaten sowie die angewandten Auswertungsschritte nachvollziehbar bleiben. Die Entscheidung über die Zulässigkeit einer konkreten Auswertung und den Zugriff auf die hierfür erforderlichen Daten richtet sich nach den jeweils geltenden Nutzungsbedingungen und Freigaben der Datenbereitsteller.

7 Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzende

In diesem Kapitel werden wesentliche Komponenten und Funktionseinheiten für die Datenbereitstellung und Datenpräsentation festgelegt und beschrieben. Diese beziehen sich auf den Aspekt der Datennutzung und sollen künftigen Nutzer*innen dazu dienen,

- ▶ den Datenbestand des DHB zu durchsuchen und zu explorieren,
- ▶ Datensätze im DHB zu visualisieren und visuell zu interpretieren und
- ▶ Datensätze aus dem DHB in sinnvollen Datenformaten zu exportieren, um diese dann in eigenen Anwendungen und System weiter zu verarbeiten oder in der eigenen Systemumgebung zusammen mit anderen Daten tiefer auszuwerten.

7.1 Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen

Katalogbasierte Recherchefunktionen sind für Datensammlungen und Datenplattformen weit verbreitet. In der Nutzung solcher Systeme erwarten Nutzer*innen neben einem Kanon an allgemein gängigen Suchfunktionen auch spezielle Filter und Werkzeuge, die auf das jeweilige Datenangebot zugeschnitten sind und für den DHB die Recherche bodenbezogener Daten effektiv und effizient gestalten.

7.1.1 Allgemeine Suchfunktionen

Kategorien

Jedem Datensatz werden eine oder mehrere vordefinierte Kategorien zugeordnet. Im Zuge der Suche kann nach diesen Kategorien gefiltert werden. Mögliche Kategorisierungen sind z.B. die in Kapitel 3 genannten **Datenarten** oder bestimmte **Themengebiete**, wie z.B. der Dreiklang aus Bodenphysik, Bodenchemie und Bodenbiologie.

Tags

Tags sind eine Möglichkeit zur freien Kategorisierung von Daten. Die Kategorien werden nicht mehr fest vorgegeben. Sie können vergleichsweise flexibel erweitert werden und müssen einen bestimmten Merkmalsraum auch nicht zwangsläufig vollständig abbilden.

Stichwortsuche

Die Suche nach Stichworten ist eine weitere gängige Suchfunktion. Je nach Bedarf können Stichworte automatisch aus prominenten Beschreibungselementen eines Datensatzes extrahiert werden und/oder als explizit definierte Stichwortliste als Teil der Datensatzbeschreibung definiert sein.

Volltextsuche

Eine Volltextsuche wird in erster Linie auf Dokumente, redaktionell erstellte Inhalte und sonstige Schriften angewendet. Nach einer einmaligen Indizierung des Datenbestandes findet die Volltextsuche auch Treffer für solche Suchbegriffe, die nicht in den hinterlegten Stichworten enthalten sind.

Nach dem aktuellen Erkenntnisstand wird für den DHB keine Volltextsuche benötigt. Sollten im DHB für einzelne Datensätzen längere Zusammenfassungen erzeugt werden, die als Teil der Metadaten hinterlegt sind, kann eine Volltextsuche ggf. sinnvoll sein.

Zeitbezug

Für viele im DHB hinterlegte Daten ist der Zeitbezug eine wichtige Information. Es können folgende Zeitangaben unterschieden werden:

1. Zeitraum der Datenerhebung (von – bis)
2. simulierter Zeitraum für Daten aus der Modellierung
3. repräsentativer Zeitraum (für statische Kontextdaten)
4. Datum der letzten Aktualisierung

Die höchste fachliche Relevanz haben die Zeiträume (1) bis (3). Diese beziehen sich auf den kalendarischen Zeitraum, den die Daten abdecken bzw. für den sie als „gültig“ befunden werden. Die Zeitangabe (4) ist technischer Natur und wird zur Suche nach kürzlich aktualisierten Daten genutzt.

7.1.2 Räumliche Suche

Da zunächst für alle Datenarten die räumliche Ausdehnung zumindest näherungsweise bekannt sein sollte, besteht die Möglichkeit einer räumlichen Suche. In einfachen Fällen wird die **geografische Ausdehnung** durch die Angabe einer Bounding Box oder eines Polygons definiert. Eine andere Möglichkeit ist die entfernungsbasierte Suche um einen zentralen Punkt. Weitere Möglichkeiten zur Realisierung einer räumlichen Filterung ergeben sich im Zusammenspiel mit dem **Kartenviewer**.

Wie eine räumliche Suche für den DHB ideal umgesetzt werden kann, ist künftig noch zu klären. Die User Stories geben darüber bisher noch nicht hinreichend Aufschluss.

7.1.3 Suche nach Einzelobjekten innerhalb von Datensätzen (Datenexploration)

Über die klassische Katalogsuche hinaus soll der DHB eine interaktive Datenexploration ermöglichen. Im Zuge der Datenexploration können einzelne Objekte innerhalb der Daten interaktiv gefiltert, visualisiert und ausgewertet werden. Dies ermöglicht die Prüfung, ob am gewünschten Standort zu einem gewünschten Zeitraum tatsächlich verwertbare Daten vorliegen, oder ob dort eine Datenlücke besteht.

Wie eine derartige Exploration für den DHB umgesetzt werden kann, ist künftig noch zu klären. Die User Stories geben darüber bisher noch nicht hinreichend Aufschluss. In Kapitel 7.2 (Kartenviewer) werden allerdings Möglichkeiten zur übergreifenden Darstellung unterschiedlicher Datenarten beschrieben. Diese können bei Bedarf in die Richtung einer Explorationsfunktion für den Gesamtdatenbestand des DHB weiterentwickelt werden (vgl. Kapitel 7.2.3). Diese Arbeiten sollten nach Möglichkeit auf der Grundlage einer bereits vorhandenen und hinsichtlich der Datenarten ausreichend breiten Datengrundlage im DHB erfolgen.

7.1.4 Darstellung von Inhalten und Suchergebnissen

Die Darstellung von Inhalten und Suchergebnissen erfolgt typischerweise in Form von **Ergebnislisten**: Je nach gesetzten Such- und Filterkriterien werden potenziell relevante Datensätze übersichtlich präsentiert. Jeder Listeneintrag besteht mindestens aus einem aussagekräftigen Titel, hilfreich sind kurze Zusammenfassungen zum Inhalt und die Angabe von Kategorien, Tags, und ggf. Schlagworten und Symbolgrafiken zum Inhalt.

Über die Einträge in der Ergebnisliste gelangen Nutzer auf **Detailbeschreibungen** für jeden Datensatz. Hier ist die Darstellung des Datensatzes ausführlicher: Neben den Informationen, die auch in der Listenansicht geführt werden, besteht mehr Platz für beschreibende Texte und

ausführliche Erläuterungen. Diese Beschreibungen werden redaktionell gepflegt und sollten in Darstellung und Umfang dem Inhalt und der Komplexität des jeweiligen Datensatzes angemessen sein.

Abbildung 3: Darstellung von Inhalten und Suchergebnissen in Ergebnislisten

Beispielansicht für eine Ergebnisliste eingegrenzt durch Such- und Filterkriterien mit griffiger Charakterisierung pro Listeneintrag durch Titel, Kurzzusammenfassung, Kategorisierung (hier: Typ) und Schlagwörter

The screenshot displays the 'umwelt.info' search interface. At the top, the search bar contains 'Boden'. Below it, a list of related terms is shown: 'Bodenfunktion', 'Bodenkunde', 'Bodenmarkt', 'Bodenprobe', and 'Pedosphäre'. The left sidebar contains filters for 'Lizenz' (geschlossen), 'Themen' (Boden), and 'Zeitraum' (24.10.2025 - 30.10.2025). A map titled 'Suche per Karte' shows a map of Germany with a search area highlighted. The main content area displays 24 results. The first result is 'Bodenzustandserhebung Landwirtschaft' with a 'Direktlink' and a brief description. The second result is 'Bodenzustandserhebung Wald' with a 'Direktlink' and a brief description. Both results include metadata: 'Typ: Redaktioneller Beitrag', 'Lizenz: all-rights-reserved', 'Herkunft: Bund\BfN\NMZB', and 'Schlagwörter: Bodenkohlenstoff, Bodenzustandserhebung, Ackerboden, Landwirtschaft'. The bottom of the page shows a 'Zeitraum' filter set to '24.10.2025' to '30.10.2025' and a 'Lizenz' filter set to 'geschlossen'.

Quelle: umwelt.info des Umweltbundesamtes (<https://umwelt.info/de/suche?query=boden>, Zugriff am 18.09.2025)

Über die Detailbeschreibung gelangen Nutzer*innen auch an die Daten selbst: Neben der Möglichkeit zum **Datenexport** (vgl. Kapitel 7.4.1) sind Funktionen bzw. Absprungpunkte zur **Datenvisualisierung** vorzusehen (Kapitel 7.2.2, Kapitel 7.2.3 und Kapitel 7.3). Die Umsetzung dieser Funktionen sollte möglichst bruchfrei erfolgen, sodass Nutzer*innen zwischen den einzelnen Ansichten leicht hin und her navigieren können. Insbesondere unerfahrene (Gelegenheits-)Nutzer*innen sollen in die Lage versetzt werden, auch bisher unbekannte Datensätze schnell zu erkunden und die Eignung für eigene Zwecke zu beurteilen.

7.1.5 Berücksichtigung von Zugriffsrechten

Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, sollen vertrauliche Daten und Inhalte im DHB über ein Rollen bzw. Gruppenmodell zugriffsbeschränkt bereitgestellt werden. Diese Zugriffsbeschränkung wird in allen Teilen der Anwendung durchgesetzt. Nutzer*innen werden nur solche Datensätze als Suchergebnisse angezeigt, auf die die jeweiligen Nutzenden Zugriff haben. In den Detailseiten werden nur solche Daten bzw. Dateien angezeigt, die von den Nutzenden gelesen werden dürfen.

7.2 Kartenviewer

Viele Datenarten können auch in der Komponente Kartenviewer dargestellt und visuell interpretiert und analysiert werden. Je nach Datenart und Nutzungskontext müssen über den Kartenviewer unterschiedliche Funktionen angeboten werden, um mit den Daten adäquat zu interagieren.

7.2.1 Allgemeine Funktionen

Kartenviewer sind mittlerweile stark verbreitet und für viele Anwendungszwecke mit vielen Standardfunktionen nutzbar. Für den DHB sollte ein Kartenviewer auf den aktuellen Stand der Technik basieren und über folgende Eigenschaften verfügen:

- ▶ **Primäre Karteninteraktionen** (Zoom, Pan) sollten auf dem Stand der Technik implementiert sein. Kommerziell erfolgreiche Produkte aus dem Consumer-Bereich setzen hier in puncto Bedienkomfort den Maßstab. Das Nachladen von Daten sollte verzögerungsarm ablaufen und die kartografische Darstellung eine hohe visuelle Qualität haben. Labels und Ortsnamen aus der Basiskarte sollen nach Möglichkeit über den thematischen Inhalten eingeblendet werden, um die Lesbarkeit und Orientierung zu erleichtern.
- ▶ Neben klassischen Zoom-/Pan-Funktionen zur unmittelbaren Bedienung der Karte gehört für viele Anwendungen inzwischen eine **Ortsnamensuche** zum festen Funktionsumfang. Diese hilft dabei, gezielt bestimmte Orte oder Regionen anzusteuern und darin nach Daten zu suchen.
- ▶ Insbesondere für flächendeckende Darstellungen sollte die **Transparenz** der thematischen Karten über einen Transparenzregler einstellbar sein
- ▶ Für farb- und symbolcodierte Inhalte sollte eine **Legende** vorhanden bzw. zuschaltbar sein. Die Farbgebung in der Legende sollte mit dem Transparenzregler gekoppelt sein, sodass die Farbgebung in der Legende bestmöglich der Darstellung in der Karte entspricht.
- ▶ Beim Start der Anwendung sowie das Umschalten zwischen einzelnen Anwendungsbestandteilen und -sichten sollte mit möglichst **kurzen Ladezeiten** verbunden sein.
- ▶ Eine **intuitive Nutzerführung und Bedienung** des Kartenviewers sollten für Gelegenheitsnutzer*innen und Dauernutzer*innen gleichermaßen gewährleistet sein. Im Zuge der Umsetzung ist hierfür ein Designprozess erforderlich, der in Abstimmung mit dem NBMZ und Pilotnutzern ein zweckmäßiges Anwendungsdesign (UI) und eine intuitive Nutzerführung (UX) initial entwirft, abstimmt und iterativ verfeinert.

7.2.2 Funktionen in der Einzeldarstellung von Datensätzen

Die Einzeldarstellung von Datensätzen ist insbesondere aus der Recherche heraus relevant. In einer typischen User Journey recherchieren Anwender*innen zunächst Daten in der Katalogkomponente (vgl. Kapitel 7.1) und bekommt dann für Datensätze mit geografisch referenzierten Inhalten die Option, sich diese Daten im Kartenviewer anzeigen zu lassen. Die in Kapitel 3 beschriebenen Datenarten haben eine unterschiedlich hohe Komplexität und benötigen unterschiedliche Funktionen zur Interaktion und Exploration.

7.2.2.1 Daten aus Beprobungen

Die **kartografische Darstellung** von Beprobungsdaten sollte – sofern die Standorte exakt bekannt sind – in Form von Punkten bzw. kleinen Flächen erfolgen. Grafische Variablen der Darstellung sollten zunächst statisch sinnvoll vorgegeben werden. Perspektivisch ist in der Weiterentwicklung zu prüfen, ob Nutzer*innen Funktionen zu Anpassung der Darstellung (z.B. Farbe und Symbolisierung) benötigen. Die Darstellung generalisierter bzw. geometrisch verschleierter Standorte sollte visuell klar von exakten Lagegeometrien abgegrenzt werden, um auch bei flüchtigem Hinsehen eine Fehlinterpretation der Standortverteilung und der verfügbaren Genauigkeit zu vermeiden.

Filterfunktionen zu den Karteninhalten sollten eine Filterung der Daten nach

- Zeitpunkt der Probenahme
- Bestimmten Attributwerten

ermöglichen. Eine gesonderte räumliche Filterung ist nicht vorgesehen, diese erfolgt implizit über die Wahl des Kartenausschnitts. Neben diesen gängigen Filterkriterien sind ggf. weitere Filterkriterien sinnvoll, die umsetzungsbegleitend identifiziert und konzipiert werden können.

Für die leichtere Navigation innerhalb des Datenbestandes sollte die **Ortsnamenssuche** auf die **Namen der Beprobungsstandorte** ausgeweitet werden (Abbildung 4).

Abbildung 4: Kombinierte Orts- und Stationssuche (Detailansicht, Entwurf)

ORTS- & STATIONSSUCHE

SUCHWORT

ORTS- & STATIONSSUCHE

Ab	
Abbensen	Station
Abberode	Station
Abertamy	Station
Abriebsdorf	Ort

Quelle: eigene Darstellung, PIKobytes GmbH

Die **Darstellung von Objektinformationen** erfolgt durch die interaktive Auswahl von Proben anhand ihres Aufnahmestandorts in der Karte. Durch einen Klick auf den Standort sollen die am Standort vorgenommenen Beprobungsdaten in ihrer vollen inhaltlichen Tiefe zugänglich gemacht werden. Dies umfasst sowohl die Analyseergebnisse als auch die Informationen zum Standort und zur Probe.

Der Zugang zu Probeninformationen soll nach Möglichkeit auch auf gröberen Zoomstufen, bei denen mehrere Standorte im Zuge der kartografischen Generalisierung durch Clustering (vgl. Abbildung 5) oder Gitterdarstellung zu einem größeren Standort verschmelzen, gewährleistet sein. Die Anzeige der am Standort verfügbaren Proben kann z.B. in Form einer separaten Liste, die in den Kartenviewer eingebettet ist, realisiert werden.

7.2.2.2 Ortsfeste in-situ Messdaten

Die **kartografische Darstellung** ortsfester in-situ Messdaten erfolgt über die Koordinaten des Standortes der Messung in Form eines Punktes oder einer kleinen Fläche.

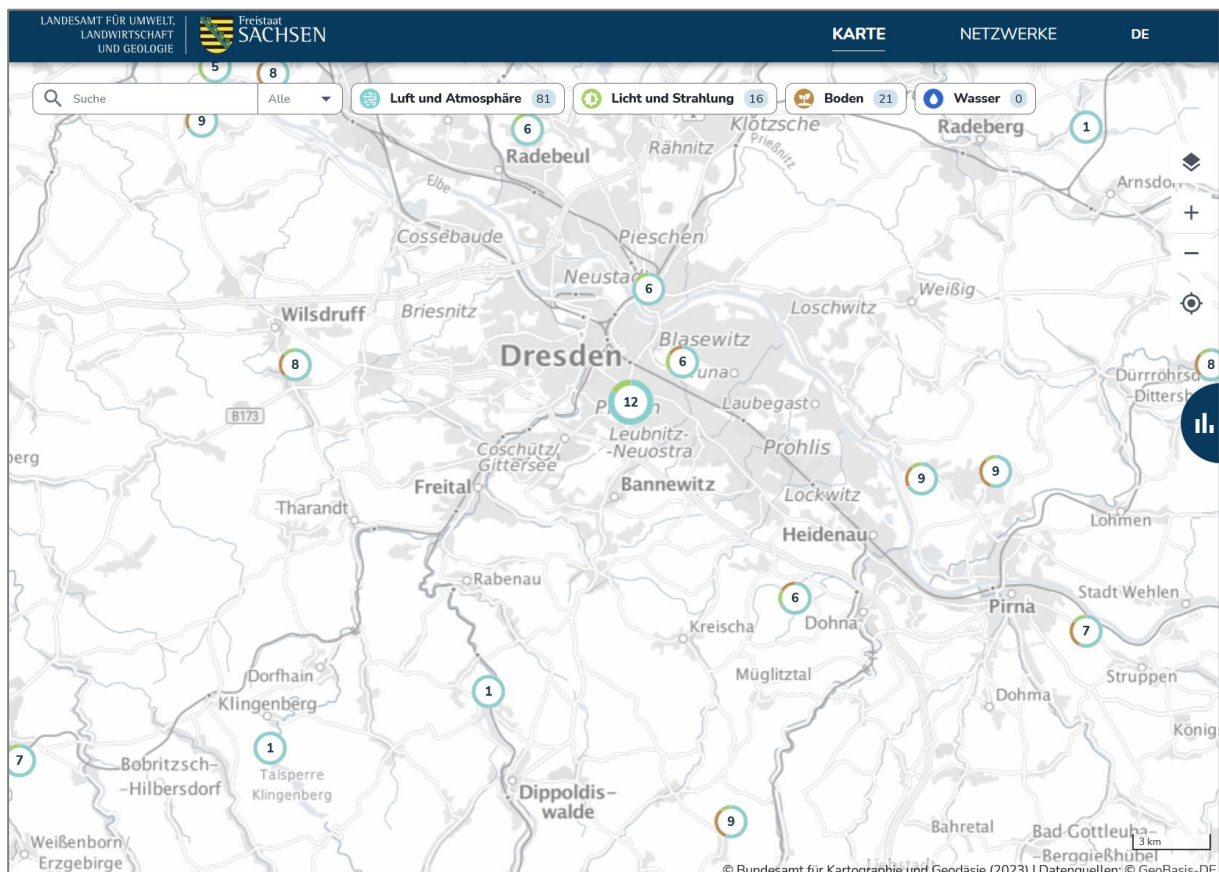
Filterfunktionen zu den Karteninhalten sollten eine Filterung der Daten nach

- Gemessener Parameter
- Zeitraum der Datenverfügbarkeit

ermöglichen. Zusätzlich zur impliziten räumlichen Filterung über den Kartenausschnitt sollen weitere **räumliche Filtermöglichkeiten** (z.B. Bundesland, aber auch Bodenregionen, Großlandschaften usw.) anhand statisch hinterlegter räumlicher Gliederungen möglich sein.

Abbildung 5: Darstellung von Lageinformationen zu Messstandorten (geclustert)

Beispielansicht für eine geclusterte Darstellung von Standorten, angereichert mit Attributinformationen (hier: Zuordnung zu bestimmten Datenthemen)



Quelle: Fachinformationssystem Meteorologie, Sachsen

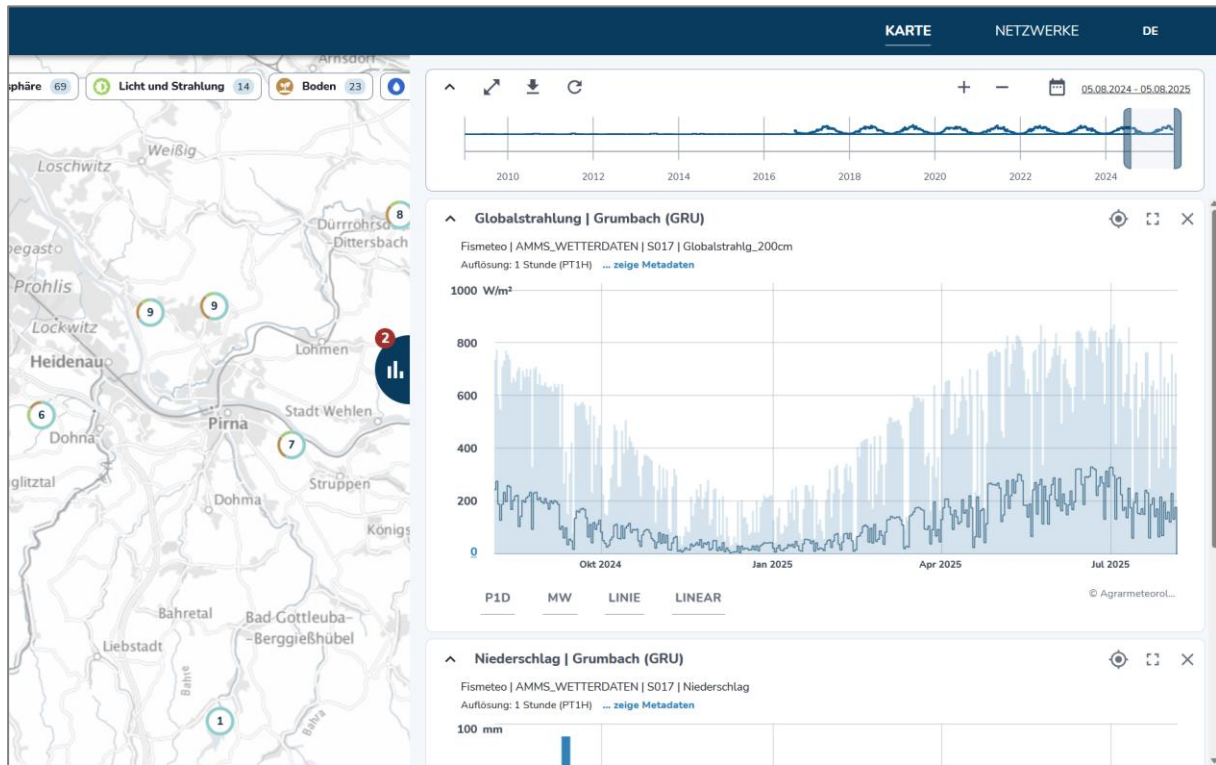
(<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/fismeteo/de/data>, Zugriff am 18.09.2025)

Die **Darstellung der Messdaten** soll in Form von Diagrammen erfolgen. Diese muss im Kartenviewer integriert sein und die Auswahl einer oder mehrerer Zeitreihen ermöglichen. Je nach Auflösung der Zeitreihen kann es erforderlich werden, die einzelnen Messwerte für die Darstellung zu aggregieren (z.B. auf Tages- oder Monatswerte). Hierfür sind zum einen geeignete Rechenverfahren anzuwenden, zum anderen sollte darauf geachtet werden, dass in der Diagrammdarstellung nicht nur die aggregierten Mittelwerte, sondern auch die Bandbreite

der Einzelwerte (min/max) zu jedem dargestellten Zeitpunkt unmittelbar zu erkennen ist. Eine mögliche Realisierungsvariante ist in Abbildung 6 dargestellt.

Abbildung 6: Darstellung von Zeitreihendaten in einem Kartenviewer

Beispielansicht für kombinierte Darstellung von Karte und Diagramm für ortsfest in-situ Messdaten, Aggregation zeitlich hochaufgelöster Messungen in einem Diagramm mit Darstellung von Mittelwert mit Schwankungsbreite (min/max) für jeden Zeitschritt



Quelle: Fachinformationssystem Meteorologie, Sachsen

(<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/fismeteo/de/data>, Zugriff am 18.09.2025)

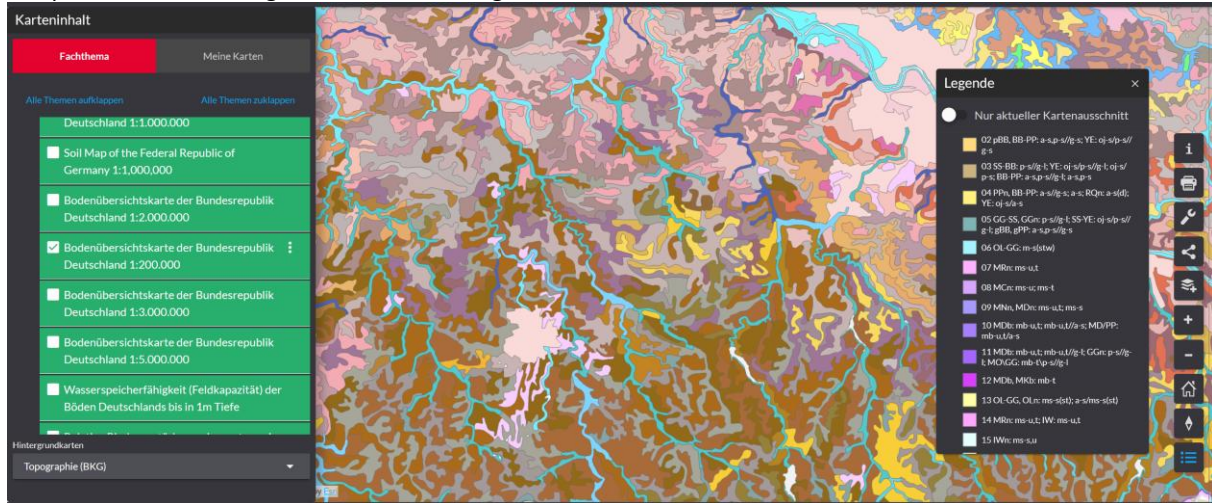
Für jeden Messstandort sind die verfügbaren Standortinformationen bzw. -metadaten einsehbar. Diese können z.B. in Form eines Standortsteckbriefes oder einer strukturierten Darstellung von **Standort- und Stationsattributen** visualisiert werden.

7.2.2.3 Statische räumlich aufgelöste Kontextdaten mit Bezug zum Boden

Die **kartografische Darstellung** dieser Datenart entspricht der einer klassischen, monothematischen Karten. Datengrundlagen sind Raster- oder Vektordatensätze, die fachlich sinnvoll und ansprechend visualisiert werden. Wichtige Farbcodierungen und Symbole werden zusätzlich in einer Legende erläutert (vgl. Beispiel BÜK 200, Abbildung 7).

Abbildung 7: Farbcodierte Darstellung der BÜK 200

Beispielhafte Darstellung der BÜK 200 mit Legende in einem Kartenviewer



Quelle: Geoportal der BGR (<https://geoportal.bgr.de/mapapps/resources/apps/geoportal/index.html?lang=de#/geoviewer>, Zugriff am 18.09.2025)

7.2.2.4 Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung und Modellierung

Diese Datenart liegt vorwiegend in Form einfach strukturierter Raster- oder Vektordaten vor. Die **kartografische Darstellung** ist im Vergleich zu Bodenkarten oder topografischen Karten einfacher und enthält im Regelfall lediglich quantitative, flächendeckende Informationen, die farbcodiert dargestellt werden.

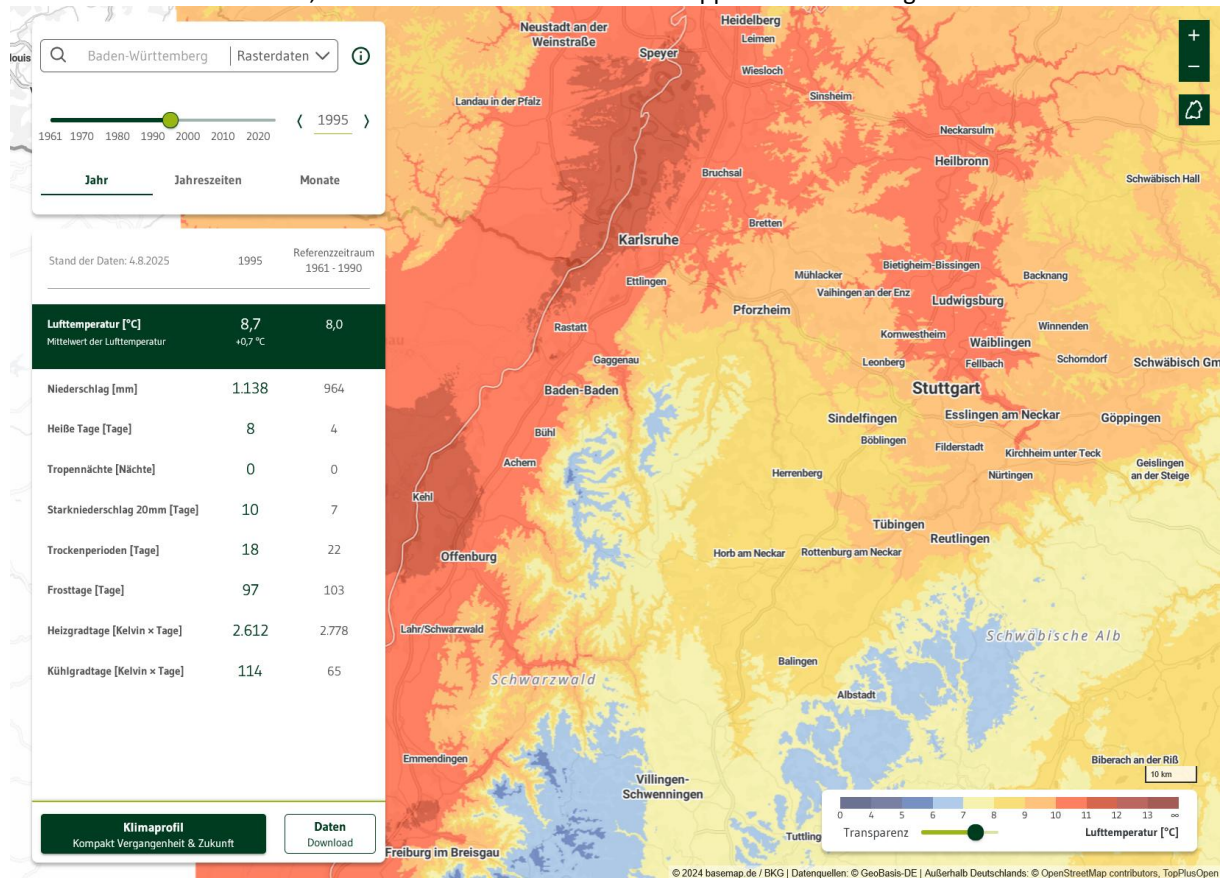
Durch die zusätzliche zeitliche Dimension in den Daten wird im Kartenviewer ein Element zur Auswahl des **Zeitraums** benötigt, um so die Werteverteilung in der Fläche zu einem bestimmten Zeitpunkt darstellen zu können. Die Gestaltung der Zeitauswahl muss zur Granularität und Auswahl der Daten passen. Bewährt haben sich kombinierte Elemente aus Time Slider mit vorwärts/rückwärts Stepper sowie einem manuellen Eingabefeld, um auch bei sehr dicht belegten Zeitachsen einzelne Zeitpunkte noch sicher ansteuern zu können.

Je nach Art des Modells kann ein Datensatz **mehrere Parameter** umfassen, die dann (ähnlich wie in einem GIS) in eigenen **Kartenebenen** auswählbar bzw. umschaltbar sein müssen.

Ein Anwendungsbeispiel, das die o.g. Funktionen realisiert, ist in Abbildung 8 dargestellt.

Abbildung 8: Interaktive Darstellung räumlich und zeitlich aufgelöster Daten

Darstellungsbeispiel für zeitlich und räumlich aufgelöste Daten aus der Modellierung, Auswahlmöglichkeit für unterschiedliche Parameter, Zeitauswahl via Time Slider mit Stepper und Direkteingabe



Quelle: Klimaatlas Baden-Württemberg, LUBW (<https://webtool.klimaatlas-bw.de/viewer/historic>, Zugriff am 18.09.2025)

7.2.3 Kombinierte Darstellung von Datensätzen

Während im vorangegangenen Kapitel 7.2.2 ausschließlich die Darstellung einzelner Datensätze betrachtet wurde, ist es für eine Reihe von Aufgaben sinnvoll, mehrere Datensätze im gleichen Kartenviewer darzustellen. Mögliche Varianten und mögliche Umsetzungen werden nachfolgend beschrieben.

7.2.3.1 Kombinierte Darstellungen innerhalb der gleichen Datenart

Kombinationen innerhalb der gleichen Datenart lassen sich in der Regel durch die **Einführung einer zusätzlichen Gliederungsebene** (Layer) im Kartenviewer darstellen. Oberste Gliederungsebene ist in dem Fall der Datensatz, der über eine Navigationsansicht angewählt werden kann. Dieses Bedienkonzept ist innerhalb der Datenarten „Statische räumlich aufgelöste Kontextdaten mit Bezug zum Boden“ und „Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung und Modellierung“ die geeignete Umsetzungsvariante.

Für die übrigen Datenarten, in denen der Einzelstandort im Vordergrund steht, ist es alternativ möglich, den Datensatz selbst als eine **zusätzliche Filterkategorie** im Kartenviewer zu führen und die kombinierten Ergebnismengen kartografisch in einer Kartenebene zu sammeln.

7.2.3.2 Kombinierte Darstellungen mit unterschiedlichen Datenarten

Die kombinierte Darstellung von Inhalten im Kartenviewer über unterschiedlichen Datenarten hinweg ist technisch und visuell am anspruchsvollsten. Hier ist die **Einführung einer**

zusätzlichen Gliederungsebene für die Datenart notwendig, um für Nutzer*innen die Orientierung in einem sehr heterogenen, kombinierten Datenbestand übersichtlich zu gestalten.

Wie sich die für einzelne Datenarten angesprochenen **Filterfunktionen** sinnvoll und unter den Restriktionen einer Webanwendung komfortabel und übersichtlich umsetzen lassen, muss innerhalb der Testszenarien iterativ geprüft und schrittweise erarbeitet werden. In diesem Prozess wird so eine wachsende Anzahl unterschiedlicher Datenarten in visueller und inhaltlicher Verknüpfung bereitgestellt. Die Entwicklung und Angleichung der dafür erforderlichen Filterfunktionen erfolgt inkrementell.

In diesem Szenario ist auch zu prüfen, wie Bedienelemente zur **Zeitauswahl** sinnvoll gestaltet und über die unterschiedlichen Datenarten hinweg nutzergerecht integriert bzw. zusammengeführt werden können.

7.2.4 Darstellung von Erhebungskulissen und Standortverteilungen

In den User Stories zur Datenintegration wurde mehrfach der Wunsch nach einer Übersichtsdarstellung zu verschiedenen Erhebungskulissen geäußert (vgl. Tabelle 3, US27). Diese können grundsätzlich über eine alternative Darstellung der Standorte für Datenarten „Daten aus Beprobungen“ und „Ortsfeste in-situ Messdaten“ realisiert werden. Je nach Bedarf bieten sich unterschiedliche Darstellungsformen an, einige gängige Verfahren bzw. Darstellungsformen werden nachfolgend aufgeführt. Jede dieser Darstellungsformen kann entweder über distinkte Standorte oder gewichtet mit der Anzahl der Datensätze pro Standort (z.B. Anzahl der gefundenen Proben) erzeugt werden. Weiterhin können diese Darstellungen adaptiv und interaktiv anhand der für die jeweilige Datenart gesetzten Filtereinstellungen erzeugt werden.

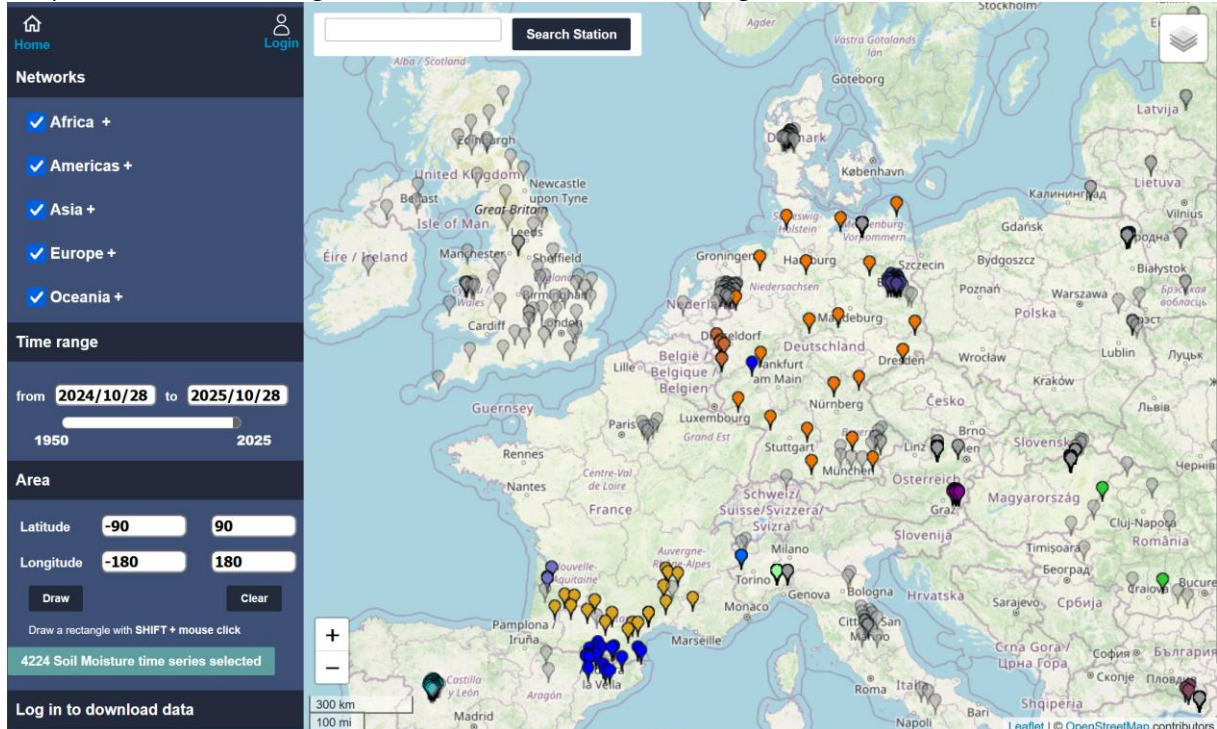
Die Berechnung und Darstellung von Erhebungskulissen erfolgt stets auf Grundlage der für die jeweils angemeldeten Nutzenden zulässigen Standortrepräsentation. Sofern Standorte nur in generalisierter oder verschleierter Form sichtbar sind, werden diese entsprechend in die Kulissenberechnung einbezogen. Eine Ableitung oder Rekonstruktion exakter Standortkoordinaten ist dadurch nicht möglich. Die Erhebungskulissen werden nutzerspezifisch und ad hoc erzeugt und berücksichtigen die jeweils geltenden Zugriffs- und Sichtbarkeitsregeln.

Punktdichtekarten mit allen Einzelstandorten

Im technisch einfachsten Fall werden sämtliche Standorte einzeln als Punkte in der Karte visualisiert. Eine gesonderte Nachverarbeitung der Daten erfolgt nicht, der Dichteeffekt entsteht durch die Verteilung distinkter Standorte in der Fläche.

Abbildung 9: Darstellung einer Punktedichtekarte mit allen Einzelstandorten (Variante „Pins“)

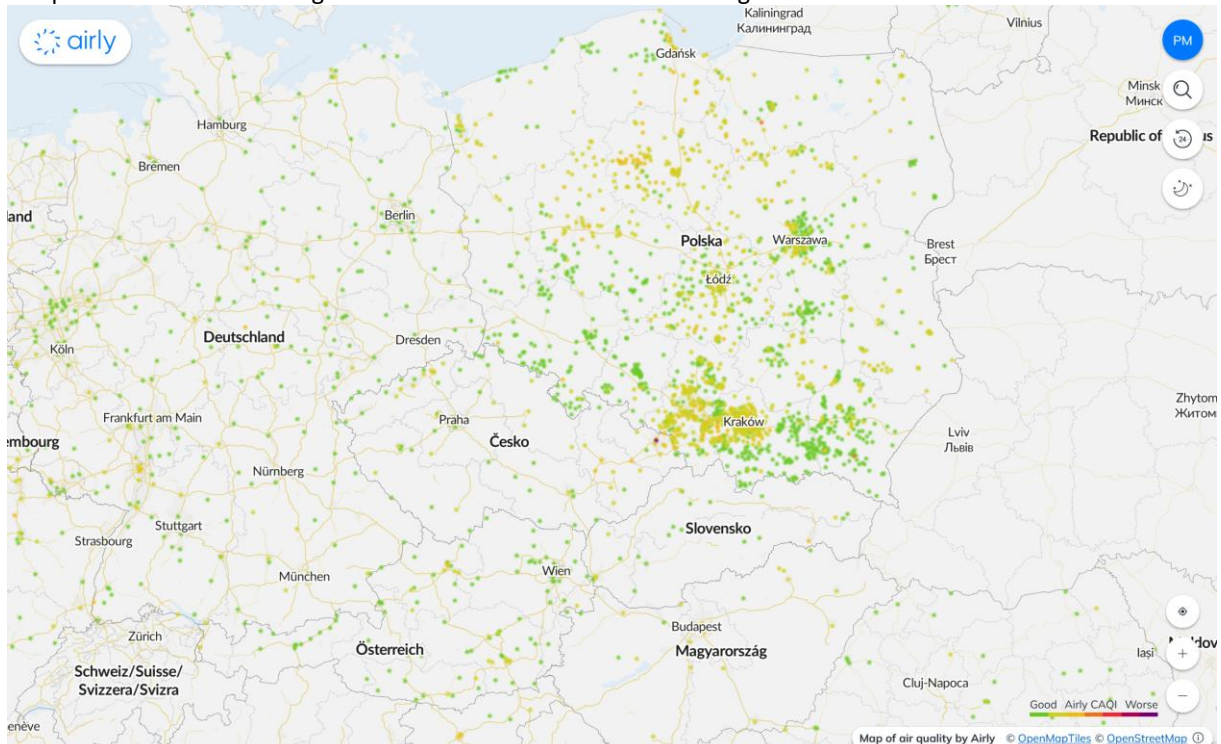
Beispiel für die Visualisierung von Standortdichten durch Darstellung aller Einzelstandorte



Quelle: International Soil Moisture Network (ISMN), International Centre for Water Resources and Global Change (<https://ismn.earth/en/dataviewer/>, Zugriff am 18.09.2025)

Abbildung 10: Darstellung einer Punktedichtekarte mit allen Einzelstandorten (Variante „Punkte“)

Beispiel für die Visualisierung von Standortdichten durch Darstellung aller Einzelstandorte



Quelle: Airly Air Quality Station Map (<https://airly.org>, Zugriff am 18.09.2025)

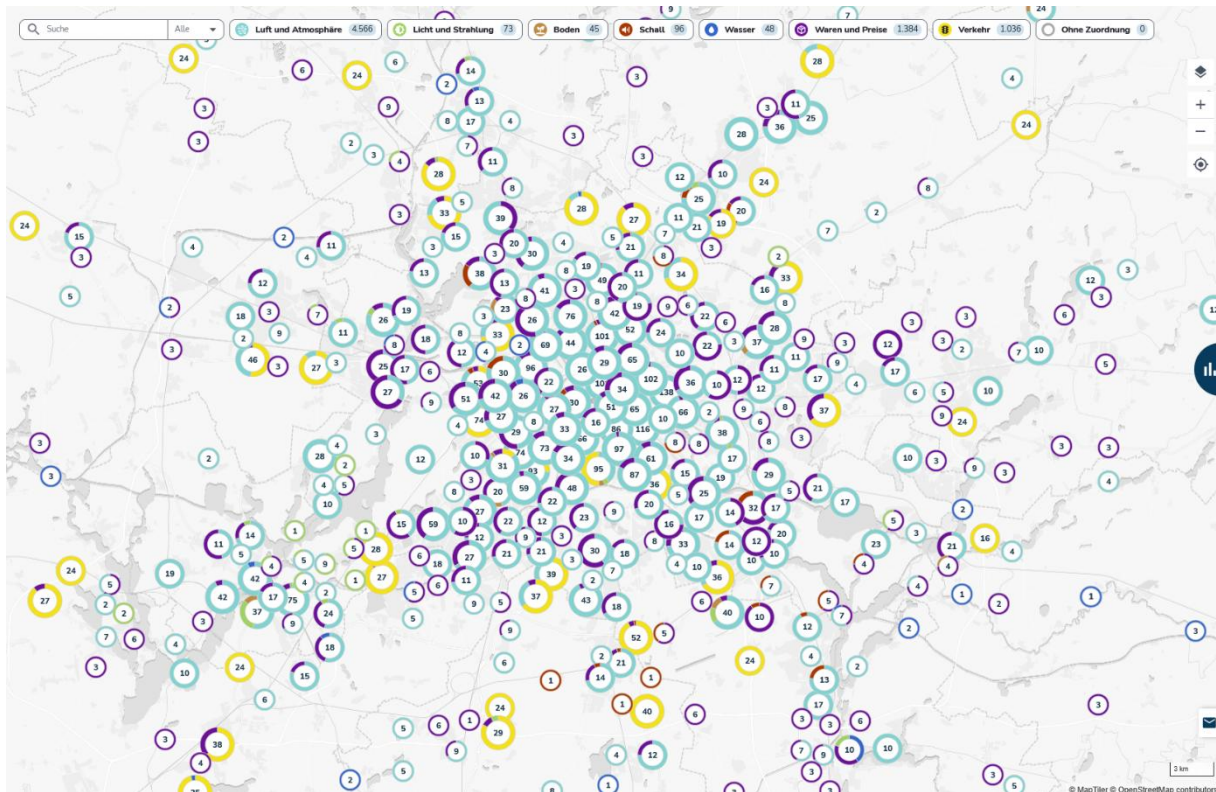
Für die Nutzer*innen des DHB kann es sinnvoll sein, die Standorte nach verschiedenen Kriterien (Standorte desselben Monitoringprogramms, alle Standorte, an denen pH-Werte gemessen wurden, ...) einzufärben. Solche nutzergesteuerten Möglichkeiten zur Visualisierung können im Zuge der Testszenarien zunächst konzeptionell erprobt werden. Für die Umsetzungsentscheidung ist zwischen intuitiver Bedienbarkeit bzw. Übersichtlichkeit und angebotenem Funktionsumfang abzuwägen.

Räumlich geclusterte Punktdarstellungen

Mit Clustering-Funktionen verschiedener Softwareframeworks können Einzelpunkte zu größeren Einzelobjekten verschmolzen werden. Diese Aggregate werden häufig als größere Einzelobjekte am Schwerpunkt der Punktverteilung platziert.

Abbildung 11: Beispielansicht einer geclusterten Darstellung von Messtandorten

Diese Art der Darstellung kann von vielen Softwareframeworks mit „Bordmitteln“ erzeugt werden. In Erweiterung des Standardverfahrens ist hier an den jeweiligen Cluster Markern noch die Häufigkeit der Datenarten innerhalb eines Clusters visuell dargestellt.



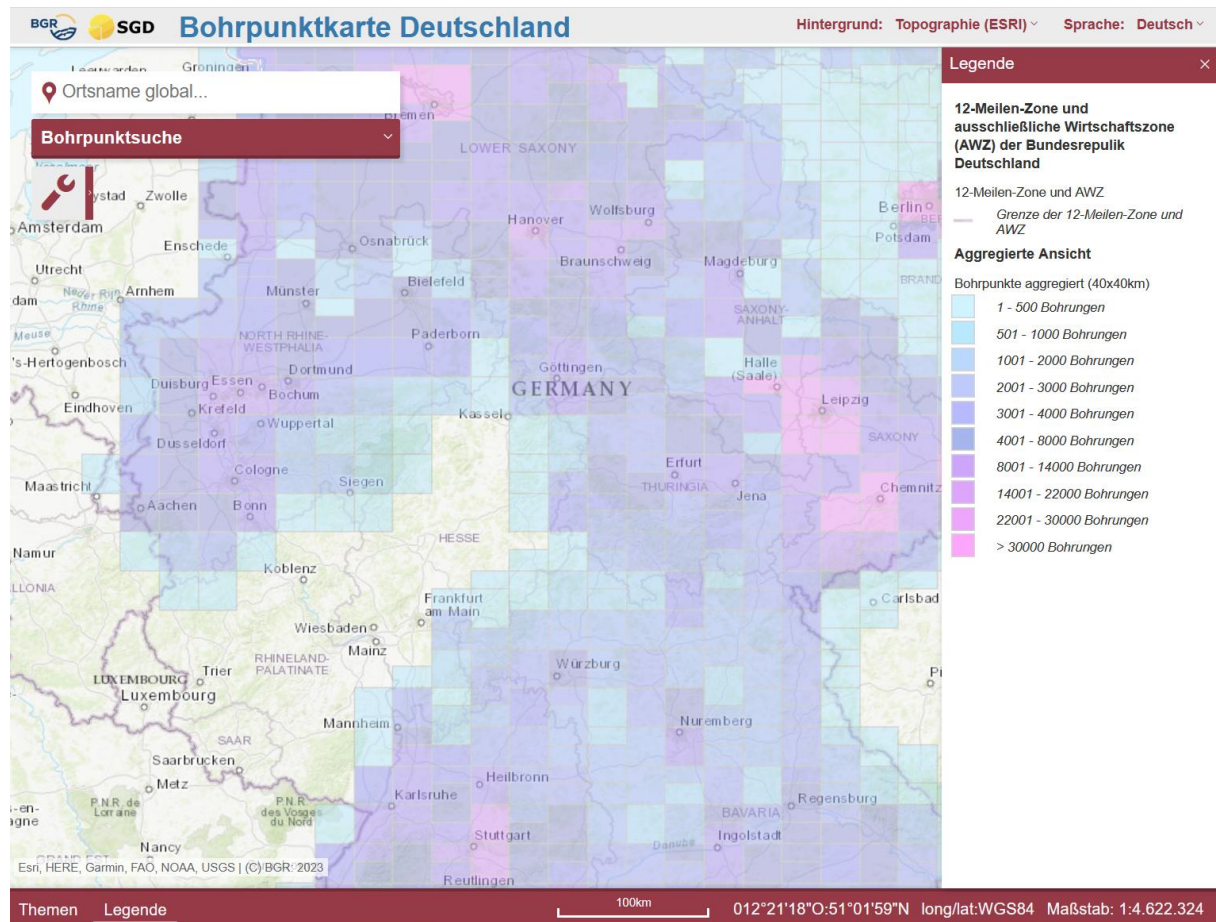
Quelle: Sensoto.io (<https://sensoto.io>, Zugriff am 18.09.2025)

Diskrete lokale Standortdichte (Gitterkarten)

In dieser Darstellungsvariante wird über alle Datenpunkte ein räumliches Gitter mit einer definierten Gitterweite gelegt. Innerhalb jeder Gitterzelle werden die Datenpunkte ausgezählt und die Gitterzelle dann anhand einer Farbskala in einem entsprechenden Farbton eingefärbt.

Abbildung 12: Beispielansicht für eine diskrete lokale Standortdichte

Beispieldarstellung zur Anzahl der Bohrungen bzw. Datensätze innerhalb einer Gitterzelle.



Quelle: Bohrpunktkarte Deutschland des BGR,
(<https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html>, Zugriff am 18.09.2025)

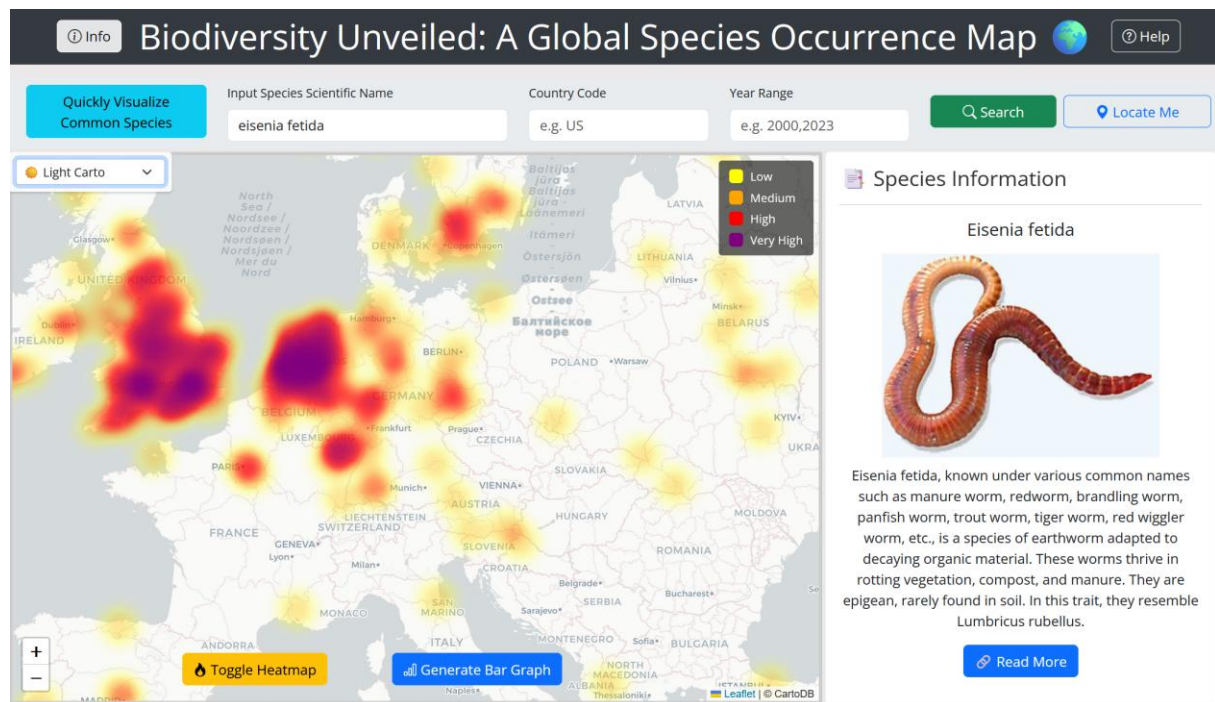
Kontinuierliche lokale Standortdichte (Kernel Density Maps)

Eine kontinuierliche Variante der lokalen Standortdichte sind sogenannte Kernel Density Maps, oft auch Heatmaps genannt. Diese werden mit einem Kerndichteschätzer¹⁵ und einer definierten Bandbreite (im Endeffekt eine definierte räumliche Entfernung) erzeugt. Im Gegensatz zur diskreten Berechnung auf einem festen Gitter, wird hier ein gleitender räumlicher Mittelwert auf einem wesentlich feineren Gitter gebildet. In den lokalen Dichtewert einer Gitterzelle gehen bei diesem Verfahren auch die Datenpunkte aus benachbarten Gitterzellen mit ein.

Abbildung 13: Beispielansicht für eine kontinuierliche lokale Standortdichte

Beispiel für die Darstellung von Erhebungsorten mittels lokaler Standortdichte (GBIF-Daten)

<https://www.gbif.org/>, Zugriff am 18.09.2025)



Quelle: Karte für globales Vorkommen von Spezies (<https://binayaadh.github.io/species-occurrence-maps/>), Zugriff am 18.09.2025)

7.2.5 Darstellung generalisierter Standortinformationen

Im Sinne der Standortverschleierung sollten generalisierte Standortkoordinaten in der Kartendarstellung so abgebildet werden, dass

- ▶ die generalisierten Ortsangaben möglichst präzise dargestellt werden,
- ▶ nicht der Eindruck einer „Pseudogenauigkeit“ durch die Darstellung als Punkt entsteht,
- ▶ die Darstellung auf größeren Zoomstufen mit den Darstellungen zu Erhebungskulissen (Kapitel 7.2.4) kompatibel ist und damit exakte und generalisierte Darstellungen visuell kombinierbar und interpretierbar bleiben.

¹⁵ <https://statistik.nrw/service/experimentelle-statistik/kerndichteschaezter-zur-veroeffentlichung-von-karten-mit-georeferenzierten-daten-der-amtlichen/methodenbeschreibung-kerndichteschaezter-zur-veroeffentlichung-von-karten-mit-georeferenzierten-daten-der-amtlichen>

Die Verfahren zur Standortgeneralisierung sind nicht Teil der Darstellung im Viewer. Generalisierte bzw. verschleierte Standortangaben werden unverändert aus dem Datenbestand übernommen und sollen verlustfrei und möglichst klar in der Karte präsentiert werden.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich zwingend, dass generalisierte Koordinaten in Form von (kleinen) Flächen darzustellen sind. Die visuellen Variablen für diese Flächen sind so zu wählen, dass Dichteeffekte, die durch benachbarte oder überlagerte Standorte entstehen, mit den Signaturen nicht-generalisierter Standortsignaturen kombinierbar bleiben. Dies wird z.B. durch eine Abschwächung der Farbwirkung (Transparenz, ggf. Entsättigung und / oder Kontrastreduktion) und einer Anpassung von Punkt- und Linienstärken erreicht.

7.2.6 Basiskarten (Basemaps)

Für den DHB sollen zwei Arten von Basiskarten angeboten werden:

- ▶ Eine Topografische Basiskarte (mit hohem Detailgrad auf feineren Maßstäben, sodass Wege und Straßen mit ihren Namen erkennbar sind; zuschaltbare Höhenlinien sind ebenfalls wünschenswert) und
- ▶ Eine Basiskarte mit Luft-/Satellitenbild

Die Topografische Basiskarte soll nach Möglichkeit auf der Grundlage der Basemap.de (vgl. Kapitel 3.3) bereitgestellt werden. Für den DHB sind ggf. optimierte Stile für die Darstellung (Farben und Graustufen, reduzierte Details u.ä.) und insbesondere für die Erzeugung visuell ansprechender Übersichtsdarstellungen sinnvoll.

Für die Bereitstellung von Luft- bzw. Satellitenbildern kann auf unterschiedliche Datengrundlagen zurückgegriffen werden. Im aus technischer Sicht einfachsten Fall wird ein Satellitenbildmosaik auf der Grundlage der Sentinel-Aufnahmen bereitgestellt. Dieses hat eine einheitliche radiometrische Qualität über das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland und angrenzende Gebiete und ist wolkenfrei. Die räumliche Auflösung ist allerdings auf 10 Meter begrenzt.

Alternativ können die Luftaufnahmen der Bundesländer ebenfalls als Luftbildmosaik genutzt werden. Diese haben eine deutlich höhere geometrische Auflösung (20 cm und besser) und sind insbesondere dann zweckmäßig, wenn kleinere Strukturen in der Landoberfläche im Kontext der Dateninterpretation oder -recherche eine wichtige Rolle spielen. Die hohe geometrische Auflösung ermöglicht im Einzelfall sogar eine genauere Untersuchung einzelner Standorte¹⁶. Nachteilig im Sinn einer Basiskarte ist die fehlende radiometrische Harmonisierung und die fehlende Synchronisierung der Erhebungszeitpunkte. Bei der Nutzung als Hintergrundkarte wirken Luftbildmosaiken daher häufig wie ein „Flickenteppich“.

7.3 Textbasierte Ansichten für Datensätze

Die Datenarten „Daten aus Beprobungen“ und „Ortsfeste in-situ Messdaten“ werden den Nutzer*innen voraussichtlich in textähnlicher Form (d.h. strukturierte Anzeige von tabellarisch oder hierarchisch strukturierten Datensätzen) bereitgestellt. Um bereits im Vorfeld eines Datendownloads die Daten zu sichten und, alternativ zu den interaktiven Darstellungen in Diagrammen und aufbereiteten Sichten, eine vollständige Darstellung nahe an den Originaldaten für technisch versierte Nutzer*innen anzubieten, ist eine textbasierte Anzeige sinnvoll. Diese kann in unterschiedlichen Kontexten eingebunden werden, um den gesamten Datensatz oder

¹⁶ Eine zusätzliche zeitliche Auflösung dieser Luftbilder, die z.B. mit Zeitpunkten einzelner Datenaufnahmen übereinstimmt, ist mit diesem Datenbestand allerdings nicht machbar.

einzelne Objekte innerhalb des Datensatzes in verschiedenen Komponenten (Katalog, Kartenviewer) darzustellen. Für die bevorzugten Datenformate CSV (für tabellenartig strukturierte Daten) und JSON (für hierarchisch strukturierte Daten) existieren einschlägige Softwarebibliotheken, die eine Darstellung in Webanwendungen leicht ermöglichen.

7.4 Datenexport

7.4.1 Interaktive Download-Funktion

Aus den Nutzungskontexten der Katalogsuche und des Kartenviewers heraus soll ein Download der dargestellten Daten leicht möglich sein. Für den Datendownload sind gängige Datenformate zu bevorzugen. In Tabelle 7 sind präferierte Datenformate für jede Datenart aufgeführt.

Tabelle 7: Datenobjekte für Beprobungsdaten

Datenart	Bevorzugtes Ausgabeformat
Daten aus Beprobungen	CSV für flach strukturierte Inhalte und Sichten JSON für hierarchisch strukturierte Inhalte Bei Auslieferung in mehreren Dateien ggf. Zusammenstellung als ZIP-Archiv
Ortsfeste in-situ Messdaten	CSV für flach strukturierte Inhalte, insbesondere Messdaten / Zeitreihendaten JSON für hierarchisch strukturierte Inhalte, z.B. Stationsbeschreibungen
Statische räumlich aufgelöste Kontextdaten mit Bezug zum Boden	GeoTiff für Rasterdaten Geopackage für Objektdaten
Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung	GeoTiff für Rasterdaten
Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Modellierung	GeoTiff für Rasterdaten

7.4.2 Datenexport via API / Web-Schnittstelle

Um künftig auch einen maschinenlesbaren Datenzugriff zu ermöglichen und das Ausspielen in externe Systeme zu erleichtern, ist die Bereitstellung einer maschinenlesbaren Schnittstelle erforderlich.

Hierfür haben sich in den vergangenen Jahren REST-basierte¹⁷ Schnittstellen auf Grundlage von HTTP(S) durchgesetzt. Für die Umsetzung solcher Schnittstellen stehen für unterschiedliche Programmiersprachen vielfältige Softwarewerkzeuge und -frameworks zur Verfügung.

Grundsätzlich ist es sinnvoll, den Ausbau der Schnittstelle an der Struktur der Datenhaltung im DHB auszurichten und die Pfade für den Datenabruf nach Datenart und Datensätzen zu strukturieren. Für den Datenabruf sollten zunächst Strukturen gewählt werden, die sich eng am Informations- und Datenmodell der internen Datenhaltung orientieren.

¹⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer

Im Bedarfsfall können in späteren Umsetzungsphasen zusätzliche Endpunkte für den Abruf transformierter oder datensatzübergreifender Zusammenstellungen von Daten erstellt und anhand konkreter Anwendungsfälle validiert werden.

7.5 Verzeichnis einschlägiger Verfahren und Methoden

Die Notwendigkeit zur Systematisierung von Erhebungs- und Analysemethoden in einer Methodendatenbank ergibt sich unmittelbar aus dem skizzierten Datenmodell für Beprobungsdaten (Kapitel 3.1) und dem Wunsch der Nutzerschaft nach einer zentralen Methodendokumentation für die Datenerhebung und Auswertungen von bodenbezogenen Daten. Unter einer Methodendatenbank wird im Kontext des DHB eine strukturierte Dokumentation einschlägiger Verfahren zur Probenahme, Probenvorbereitung, Analyse und Auswertung verstanden. Sie dient ausschließlich der Transparenz und Vergleichbarkeit, nicht der Festlegung verbindlicher Standards.

Die erste Version einer Methodendatenbank sollte als einfacher Key-Value-Store aufgebaut sein: Methoden sind über einen eindeutigen Methodencode (*Key*) zu schlüsseln und zu diesem Code ist eine Methodenbeschreibung (*Value*) zu hinterlegen. Die Methodendokumentationen sollten grundsätzlich innerhalb des DHB vorgehalten werden und dort direkt aufrufbar sein. Weiterführende oder umfassendere Dokumentationen und Beschreibungen können in Form externer (HTTP-)Links eingebunden werden. Externe Verlinkungen dienen ausschließlich der Vertiefung und ersetzen nicht die im DHB bereitgestellte methodische Dokumentation.

Betrieb und Pflege der Methodendatenbank sind mittel- und langfristig zu klären. In diesem Zuge sind folgende Aufgabenbereiche zu nennen:

1. Inhaltspflege und -Fortschreibung durch nicht-technisches Personal
2. Erweiterung der einfachen Methodenbeschreibungen um weitere mediale Inhalte, insbesondere Abbildungen und Tabellen
3. Internalisierung externer Dokumentationen
4. Die langfristige Abstimmung und Verknüpfung mit externen Methodendatenbanken und -ontologien

Die Punkte (1) und (2) lassen sich durch den Einsatz geeigneter Content-Management-Systeme umsetzen. Für die Beschreibung von Methoden können geeignete Vorlagen erstellt und durch nicht-technisches Personal redaktionell betreut werden.

Die Internalisierung zusätzlichen Dokumentationsmaterials (3) sichert langfristig das Funktionieren der Methodendatenbank. In diesem Zuge ist einmalig zu prüfen, welche externen Dokumente in den Methodenbeschreibungen referenziert sind. Diese sind dann (sofern zulässig) zu kopieren und mit einem entsprechenden Quellvermerk in der Methodendatenbank zu hinterlegen. Dadurch ist ausgeschlossen, dass bei Abschaltung oder Umzug externer Ressourcen verlinkte Dokumente nicht mehr gefunden werden können.

Aktivitäten zum Abgleich mit externen Dokumentationsressourcen in Form von Methodendatenbanken und -ontologien (4) sind ein strategischer Aufgabenbereich, um innerhalb der Bodenkunde Methodenbeschreibungen langfristig zu harmonisieren oder zumindest vergleichbar zu machen. Es handelt sich hier nicht um eine isolierte Aufgabe des DHB – vielmehr geht es darum, die Koexistenz ähnlicher Systeme zur Methodendokumentation beherrschbar zu machen und zu koordinieren.

8 Nutzerverwaltung und Administrationsbereich

8.1 Nutzerverwaltung und Zugriffssteuerung

Für die Umsetzung zugriffsgeschützten Anwendungsteile und -inhalte im DHB und des Club-Modells (Kapitel 5.3) bedarf es einer adäquaten Nutzerverwaltung. Aufsetzend auf zukunftsfähigen Technologien und Protokollen sollen damit:

- ▶ Nutzer*innen sicher authentifiziert werden können,
- ▶ Gruppenzugehörigkeiten, Rollen und Rechte für den Umgang mit Daten und Inhalten des DHB für die einzelnen Nutzer*innen definiert werden können

Die im Kapitel Nutzungsvereinbarungen (Kapitel 5) beschriebenen „Clubs“ sollen als eigenständige Gruppen repräsentiert werden. Privilegierte Administratoren nehmen authentifizierte Nutzer*innen dann in die entsprechenden Gruppen auf.

Für die Authentifizierung von Nutzer*innen ist ein robustes und etabliertes Verfahren zur Authentifizierung (Tabelle 8) erforderlich. Die Anmeldung mittels E-Mail und Passwort ist dabei zwingend zu unterstützen. Die mögliche Unterstützung der BundID, z.B. mit Hilfe von User Federations, ist im Zuge der Umsetzung und Weiterentwicklung zu prüfen und ggf. ebenfalls umzusetzen.

Tabelle 8: Übersicht möglicher Authentifizierungsverfahren für Nutzende des DHB

Name	Beschreibung
E-Mail/Passwort	Die Verwendung von E-Mail und Passwort ist gleichzusetzen mit dem Betrieb eines eigenen Identity Provider bzw. Authentifizierungsdienstes. Dieser erstellt, prüft und verwaltet Identitäten und lässt sich u.a. mit Standardsoftware wie zum Beispiel Keycloak ¹⁸ umsetzen. Im Falle der Verwendung eines eigenen Authentifizierungsdienstes lassen sich zusätzliche Sicherheitsfunktionen, z.B. 2-Faktor-Authentifizierung, je nach Bedarf realisieren. Auch ist die Unterstützung unterschiedlicher Authentifizierungsverfahren wie SAML, OAuth 2.0 oder OpenID Connect möglich.
BundID	Die BundID bietet eine sichere und staatlich anerkannte Authentifizierungsmöglichkeit und unterstützt verschiedene Sicherheitsniveaus (z. B. Online-Ausweis, eID, EU-Login). Sie eignet sich für eine rechtssichere Identifikation natürlicher Personen und die Anbindung an behördliche Fachverfahren im OZG-Kontext. Als Authentifizierungsverfahren unterstützt die BundID den Standard Security Assertion Markup Language (SAML) ¹⁹ .

Für die Umsetzung entsprechender Authentifizierungsverfahren sind die entsprechenden Anforderungen des IT-Grundschutzes²⁰ zu berücksichtigen. Die Unterstützung von Multi-Faktor-Authentifizierung, z.B. mit Hilfe von OTP-Tokens, ist grundsätzlich zu ermöglichen.

Daneben sollte die Nutzerverwaltung über einfache Ansichten zur Verwaltung der eigenen Anmelde- und Nutzerinformationen verfügen. Diese umfassen:

¹⁸ <https://www.keycloak.org/>

¹⁹ <https://docs.fitko.de/kompass/docs/it-landschaft/basisdienste/identitaet/nutzerkonto-bund/>

²⁰ https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/IT-Grundschutz/IT-Grundschutz-Kompodium/IT-Grundschutz-Bausteine/Bausteine_Download_Edition_node.html

- ▶ Ansichten zur Anmeldung und Abmeldung
- ▶ Ansichten zur Anzeige und Aktualisierung von Profilinformationen
- ▶ Ansichten zum Setzen und Ändern des Passworts
- ▶ Ansichten und sichere Prozesse zum Zurücksetzen des Passworts

Administratoren mit entsprechenden zusätzlichen Rechten sollten ferner die Möglichkeit haben, Nutzer*innen freizuschalten, zu sperren und zu löschen. Auch das Hinzufügen von einzelnen Nutzer*innen zu „Clubs“ muss möglich sein.

Die organisatorischen Aspekte des Beitritts zu den „Clubs“ müssen zunächst außerhalb der technischen Komponenten des DHB definiert und getestet werden. Sobald sich hier sinnvolle Möglichkeiten zur Automatisierung ergeben, ist eine technische Abbildung dieser Prozesse im DHB erneut zu prüfen und ggf. umzusetzen.

8.2 Inhaltlicher Administrationsbereich (Backoffice)

Bestimmte Inhalte des DHB müssen kuratiert werden. Offensichtlich ist dies bei der **Methodendatenbank** (Kapitel 7.5) die an zentraler Stelle geführt und gepflegt werden muss. Daneben sind verschiedene weitere Funktionen denkbar, um z.B. redaktionelle Inhalte des DHB in einem Content Management System (CMS) zu pflegen. – Diese lassen sich gegenwärtig noch nicht sicher benennen und es sind zunächst die ersten Umsetzungsentwicklungen aus den Szenarien (Kapitel 9 ff) abzuwarten, um daran konkrete Bedarfe abzuleiten.

Weiterhin sollten Informationen zum Systemzustand und zur Datennutzung zumindest für Administratoren im Backoffice einsehbar sein. Das betrifft insbesondere die Ausgabe von **Nutzungsstatistiken** für einzelne Inhalte bzw. Datensätze im DHB, die schließlich an die Datenbereitsteller berichtet werden sollen.

9 Szenario 1: Integration von Daten zum Bodenbiodiversitätsmonitoring im DHB

9.1 Anwendungskontext

Die Entwicklung und Nutzung von Indikatoren zur Beschreibung der Bodenbiodiversität wird in mehreren Richtlinien und Gesetzen gefordert und ist Gegenstand laufender wissenschaftlicher Arbeiten. Gleichzeitig verschärft das EU Soil Monitoring Law die Anforderungen an die Verfügbarkeit und Nachnutzbarkeit entsprechender Monitoringdaten.

Das vorliegende Testszenario dient der konzeptionellen und technischen Erprobung, wie für autorisierte Akteure relevante Monitoringdaten zur Bodenbiodiversität im DHB auffindbar, zugänglich und kontrolliert nutzbar gemacht werden können. Der DHB übernimmt hierbei keine fachliche Verantwortung für die Entwicklung, Auswahl oder Bewertung von Indikatoren, sondern stellt eine technische Infrastruktur bereit, die die Nutzung vorhandener Daten unter Beachtung bestehender Zuständigkeiten und Nutzungsregelungen unterstützt.

9.2 Datenarten

9.2.1 Daten aus Beprobungen

Für die Bildung von Indikatoren zur Bodenbiodiversität und Bodengesundheit sind Daten aus bodenbezogenen Beprobungen zwingend erforderlich. Die erforderlichen Daten für dieses Szenario fallen in folgende zwei Kategorien:

- ▶ Beprobungsdaten zur Bodenbiologie
- ▶ Beprobungsdaten aus bodenkundlichen und bodenchemischen Untersuchungen

Für diese Daten wurden bereits grundlegende Überlegungen zu Datenschemata in Kapitel 3.1 angestellt. Die dort entworfenen Datenmodelle sind im Zuge der Umsetzung zu überprüfen, weiterzuentwickeln und ggf. zu erweitern. Insbesondere im Bereich der bodenbiologischen Proben sind solche Erweiterungen sehr wahrscheinlich. In Vorgesprächen mit möglichen Datenbereitstellern und -nutzer*innen hat sich klar ergeben, dass hierbei zwischen Detailtiefe und handhabbarer Komplexität für die Auswertung und Berichterstattung vermittelt werden muss.

9.2.2 Ortsfeste in-situ Messdaten

Als relevante ortsfeste in-situ Messdaten wurden für dieses Szenario Begleitparameter zur Bodenfeuchte identifiziert. Diese werden über das Szenario 2 („Begleitparameter Bodenfeuchte“ Kapitel 10) bereitgestellt.

9.2.3 Flächenhaft aufgelöste Kontextdaten

Für dieses Szenario sind weiterhin flächenhaft aufgelöste Kontextdaten (vgl. Kapitel 3.3) erforderlich. Diese Daten werden über das Szenario 3 („Bereitstellung eines Kernensembles bodenbezogener Flächendaten“ Kapitel 11) bereitgestellt.

9.2.4 Ergänzende Bewirtschaftungsinformationen

Für die fachliche Interpretation bodenbiologischer Beprobungsdaten können Informationen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung, von erheblicher Bedeutung sein. Dies betrifft sowohl

kurzfristige als auch längerfristige Managementänderungen. Gleichzeitig handelt es sich hierbei um besonders sensible Informationen, die häufig Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse berühren und daher nur unter engen rechtlichen und organisatorischen Voraussetzungen erhoben und weitergegeben werden können. Eine verpflichtende Bereitstellung oder zentrale Vorhaltung solcher Bewirtschaftungsdaten ist im Rahmen des DHB ausdrücklich nicht vorgesehen. Im Rahmen dieses Szenarios kann jedoch geprüft werden, ob und in welcher Form abstrahierte, aggregierte oder anderweitig generalisierte Informationen zur Bewirtschaftung, sofern sie von den jeweiligen Datenbereitstellern freiwillig und rechtssicher zur Verfügung gestellt werden, ergänzend als Kontextinformationen nutzbar gemacht werden können. Ziel ist es dabei nicht, Bewirtschaftungsdaten systematisch zu erfassen, sondern die technische Anschlussfähigkeit des DHB für solche Informationen konzeptionell offen zu halten, ohne neue Verpflichtungen für Datenhalter oder Betriebe zu begründen.

9.3 Nutzergruppen und Nutzungsvereinbarungen

Insbesondere die Zusammenführung von Beprobungsdaten (Kapitel 9.2.1) erfordert die Abstimmung von Nutzungsrechten zwischen verschiedenen Datenbereitstellern und -nutzer*innen der Länder, des Bundes und von Forschungseinrichtungen. Für die Bearbeitung des Szenarios ist zwingend ein länderübergreifender Datensatz erforderlich, der von den anvisierten Nutzer*innen rechtssicher genutzt werden kann und die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Datenweitergabe der einzelnen Länder ausreichend berücksichtigt.

Das Zusammenspiel verschiedener Gesetzte und Verwaltungsvereinbarungen wurde bereits in Kapitel 5 untersucht. Für die Zusammenführung hochgenauer Lage- und Standortinformationen ist letztendlich auch die Zustimmung der Datenbereitsteller ausschlaggebend. Dieser Abstimmungsprozess wurde im Zuge dieses Konzeptionsprojektes lediglich begonnen. Er ist im Zuge der Umsetzung dieses Szenarios fortzuführen und zu einem – zumindest vorläufigen – Ergebnis zu führen, das die Zusammenführung verschiedener Datenquellen im DHB ermöglicht.

Antizipiert werden insbesondere folgende Teilaspekte:

1. Die Definition abgestufter Berechtigungen / Nutzungsvereinbarungen für bestimmte privilegierte Datenauswertungen
2. Eine enge Kooperation mit Bundes- und Landesämtern zur Zusammenführung der Daten, ggf. auch auf der Grundlage bestehender Verwaltungsvereinbarungen
3. Die Konzeption und Umsetzung eines Club-Modells für die Nutzung von Beprobungsdaten zur Regenwurmfauna und ggf. auch sonstigen Beprobungsdaten
4. Die Kooperation mit wissenschaftlichen Plattformen im Bereich Data Sharing, wie z.B. Edaphobase

Weiterhin ist im Zuge der Umsetzung die Machbarkeit einer Weitergabe generalisierter Daten an die Öffentlichkeit zu untersuchen, zu bewerten und dann nach Möglichkeit auch entsprechend zu realisieren.

9.4 Datenbereitsteller und Datenlieferungen

Für die Datenübergabe an den DHB hat sich in Vorgesprächen mit potenziellen Datenbereitstellern herauskristallisiert, dass die Übertragung nach Möglichkeit direkt auf bestehende Datenbanken und Schnittstellen der Datenbereitsteller aufsetzen sollte. Diese liegen bei den Bereitstellern zumindest in Form von gespiegelten Daten oder Datenbankabzügen vor und sind voraussichtlich über geeignete Datenadapter auszulesen und mit einem bestmöglichen Automatisierungsgrad in den DHB zu übertragen.

Den Datenbereitstellern wurde in Gesprächen in Aussicht gestellt, dass die Erzeugung und Bereitstellung generalisierter Lageinformationen durch automatisierte Verfahren im DHB geschehen kann. In diesem Fall liefern die Datenbereitsteller präzise Lageinformationen an den DHB. Diese werden dann vor der Weitergabe an weniger privilegierte Nutzergruppen nach einschlägigen Verfahren verschleiert.

9.5 Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzende

9.5.1 Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen

Die Bereitstellung dieser Funktionalität gemäß Kapitel 7.1 ist grundlegend erforderlich. Der gestalterische Aufwand ist nach Kosten-/Nutzenaspekten abzuwägen und soll sich an typischen User Journeys in der Datenrecherche orientieren.

9.5.2 Kartenviewer

Die Bereitstellung eines Kartenviewers zur Darstellung von Erhebungskulissen ist zumindest in Form eines einfachen Kartenviewers erforderlich, der intern durch die Koordinierungsstelle des Nationalen Bodenmonitoringzentrums und ggf. durch registrierte Nutzer*innen bedient und verwendet werden kann. Der Zugang ist entsprechend den Privilegien der jeweiligen Nutzer*innen abzusichern.

9.5.3 Textbasierte Ansichten für die Datensätze

Im Zusammenspiel mit dem Kartenviewer sind für die Darstellung von Einzelproben visuell ansprechende textbasierte Ansichten bereitzustellen.

9.5.4 Datenexport

Ein Datenexport der Beprobungsdaten via API ist erforderlich, um die Daten an erste Testnutzer*innen weiterzugeben. Der API-Zugang ist entsprechend abzusichern, sodass der jeweilige Nutzer*innen ausschließlich Zugriff auf solche Daten hat, die ihm zu Verfügung stehen dürfen.

Weiterhin soll zumindest eine einfache Bedienoberfläche für den Datenexport erstellt werden, der für menschliche Nutzer*innen den manuellen Abruf von Datensätzen ermöglicht. Hinsichtlich der Absicherung gelten die gleichen Vorgaben wie zur Absicherung des API-Zugangs. Sollte ohnehin ein „Datenkatalog oder katalogbasierte Recherchefunktionen“ umgesetzt werden, kann diese Exportfunktion auch dort integriert sein.

9.6 Technische und betriebliche Vorgaben zur Umsetzung

Die Umsetzung des Szenarios muss die folgenden technischen und betrieblichen Vorgaben zur Umsetzung beachten und erfüllen.

- ▶ Die technische und betriebliche Umsetzung soll der Architekturrichtlinie des Bundes folgen.
- ▶ Ziel ist zunächst ein Probetrieb. In dessen Rahmen sollen u.a.:
 - die zuvor beschriebenen Daten sauber und robust integriert werden,
 - die integrierten Daten durch eine Gruppe von Testnutzer*innen realitätsnah genutzt werden,

- die bereitzustellenden Anwendungen ggf. in reduzierter Form aber auf dem Stand der Technik stabil und absturzfrei genutzt werden können,
 - die effektive Absicherung des Datenzugriffs nachgewiesen werden,
 - die technisch-organisatorischen Aspekte zur Umsetzung des Club-Modells validiert werden,
 - die Möglichkeiten und Aufwände zur automatisierten Übernahme und Fortschreibung übernommener Daten ausgewählter Datenbereitsteller erprobt und validiert werden,
 - Verfahren zur Protokollierung und das Reporting von Zugriffszahlen auf einzelne Datensätze erprobt und validiert werden,
 - im Bedarfsfall Verfahren zur DHB-internen Generalisierung von Standortinformationen konzipiert und erprobt werden,
- Der Probetrieb ist zunächst auf einer sicheren, in Deutschland betriebenen Cloud-Infrastruktur zu konzipieren. Das IT-System soll technisch auch darauf vorbereitet sein, in anderen Cloud-Umgebungen zu laufen und ggf. auch in einer Cloud-Umgebung des Bundes betrieben werden können
- Für die Umsetzung der Datenhaltung sollen zweckmäßige, robuste und gut wartbare Technologien eingesetzt werden.
- Eine Umsetzung auf der Grundlage von OpenSource-Software wird stark präferiert. Die Nutzung kommerzieller Software muss sehr gut begründet werden. Insbesondere muss sichergestellt sein, dass die Software dauerhaft verfügbar ist, keine wiederkehrenden Lizenzkosten entstehen und die eingesetzte Software keine Cloud-Dienste Dritter nutzt, die außerhalb der Kontrolle des DHB liegen. Die kostenmäßige Abwägung (Erstellungskosten einer vergleichbaren Eigenentwicklung vs. Lizenzerwerb) ist auf 5 Jahre zu bemessen.
- Das Rollen- und Rechtemanagement für den Datenzugriff sowie die Umsetzung des Club-Modells ist realitätsnah und mit sicheren und für den Produktivbetrieb geeigneten Basistechnologien zur umzusetzen.

10 Szenario 2: Daten zur Bodenfeuchte

10.1 Anwendungskontext

Die Bodenfeuchte ist ein wichtiger Parameter für bodenbezogene Datenauswertungen. Daten zur Bodenfeuchte sind häufig echtzeitnah und in großer historischer Tiefe in Form von Zeitreihen verfügbar. Vor diesem Hintergrund ist die Integration dieser Daten in den DHB sinnvoll und für viele Auswertezwecke ein wichtiger Parameter, der zentral bereitgestellt werden kann.

Im Rahmen dieses Testszenarios sollen die Integration von Bodenfeuchtedaten in Deutschland mit verschiedenen Partnern erprobt und Nutzer*innen des DHB in adäquater Form bereitgestellt werden. Insbesondere soll in diesem Testszenario eine Kooperation mit dem DWD und dem ISMN erprobt werden, die bereits innerhalb von Deutschland flächendeckend Bodenfeuchte messen bzw. Bodenfeuchtemessungen zusammenführen.

Für die Erhebung, Verarbeitung und Bereitstellung von Bodenfeuchtedaten existieren bereits etablierte technische Lösungen und fachliche Infrastrukturen. Ziel dieses Szenarios ist es daher nicht, diese Systeme zu ersetzen oder parallel weiterzuentwickeln. Vielmehr soll erprobt werden, wie vorhandene Datenangebote über den DHB sichtbar gemacht und für bodenbezogene Fragestellungen technisch anschlussfähig eingebunden werden können.

10.2 Datenarten

10.2.1 Ortsfeste in-situ Messdaten

Bei den zu integrierenden Daten handelt es sich um ortsfeste in-situ-Messdaten, die von unterschiedlichen Stellen in Deutschland erhoben und in Teilen auch zusammengeführt werden.

Für diese Daten wurden bereits grundlegende Überlegungen zu Datenschemata in Kapitel 3.2 angestellt. Die dort zunächst nur skizzierten Datenmodelle sind im Zuge der Umsetzung zu konkretisieren und umzusetzen. Der Umgang mit einfachen Zeitreihendaten in überschaubaren Umfängen ist mit Standardtechnologien gut zu bewerkstelligen.

10.3 Nutzergruppen und Nutzungsvereinbarungen

Die relevanten in-situ-Messdaten werden von unterschiedlichen öffentlichen Stellen in Deutschland unter OpenData-Lizenzen bereitgestellt, sodass voraussichtlich keine besonderen Nutzungsvereinbarungen geschlossen werden müssen.

10.4 Datenbereitsteller und Datenlieferungen

Innerhalb von Deutschland werden Bodenfeuchtemessungen von verschiedenen öffentlichen Akteuren auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene ausgeführt und über verschiedene Kanäle öffentlich bereitgestellt. Eine zentrale staatliche Rolle nimmt hierbei der Deutsche Wetterdienst (DWD) ein, der über etablierte Messnetze und qualitätssichernde Verfahren verfügt. Für viele Auswertungszwecke ist ein überschaubares, fachlich verlässliches und qualitätsgeprüftes Datenangebot von besonderem Nutzen. Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, sich im Rahmen dieses Szenarios zunächst auf solche Datenquellen zu konzentrieren, deren Erhebungs- und Qualitätssicherungsverfahren transparent dokumentiert sind. Ziel ist es nicht, möglichst viele Datenquellen einzubinden, sondern eine belastbare Nachnutzbarkeit ausgewählter Datenangebote zu ermöglichen. Eine Ausweitung auf weitere Datenquellen kann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen, sofern deren fachliche Vergleichbarkeit gewährleistet ist.

Das International Soil Moisture Network (ISMN) ist eine Plattform des BKG, das an der Zusammenführung dieser Daten arbeitet und dem DHB eine Weitergabe dieser integrierten Daten in Aussicht gestellt hat. Der im Zuge der Konzeptphase des DHB begonnene Austausch mit dem ISMN soll fortgeführt und in einen möglichst dauerhaften Bereitstellungsprozess überführt werden. ISMN und DHB sollen darin nach Möglichkeit arbeitsteilig vorgehen: Die technische und operative Zusammenführung der Bodenfeuchtedaten soll beim ISMN liegen, die zielgruppengerechte Darstellung und Weitergabe liegt beim DHB.

Die Datenübernahme in den DHB kann voraussichtlich automatisiert über eine maschinenlesbare Schnittstelle des ISMN erfolgen. Die Leistungsfähigkeit dieser Schnittstelle ist ggf. noch zu überprüfen.

10.5 Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzende

10.5.1 Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen

Die Bereitstellung dieser Funktionalität gemäß Kapitel 7.1 ist verpflichtend. Der gestalterische Aufwand ist nach Kosten-/Nutzaspekten abzuwägen und soll sich an typischen User Journeys in der Datenrecherche orientieren.

10.5.2 Kartenviewer

Die Bereitstellung eines Kartenviewers zur Darstellung von Messstandorten ist erforderlich. Dieser kann auch öffentlich zugreifbar sein.

Aus dem Kartenviewer heraus soll auch eine Diagrammdarstellung der Zeitreihendaten möglich sein (vgl. Kapitel 7.2.2.2).

10.5.3 Textbasierte Ansichten für die Datensätze

Eine textbasierte Darstellung der Messwerte – zumindest als CSV-Export – ist vorzusehen.

10.5.4 Datenexport

Ein Datenexport der Bodenfeuchtedaten via API ist erforderlich, um die Daten an erste Testnutzer*innen weiterzugeben. Weiterhin soll zumindest eine einfache Bedienoberfläche für den Datenexport erstellt werden, die für menschliche Nutzer*innen den manuellen Abruf von Datensätzen ermöglicht. Sollte ohnehin ein „Datenkatalog oder katalogbasierte Recherchefunktionen“ umgesetzt werden, kann diese Exportfunktion auch dort integriert sein.

10.5.5 Verzeichnis einschlägiger Verfahren und Methoden

Für die übernommenen Daten sind – in Abstimmung mit den Datenbereitstellern und avisierten Nutzergruppen – einschlägige Methoden und Verfahren zur Probenahme und Probenanalyse zu dokumentieren und anhand einer eindeutigen Schlüsselsystematik abzulegen. Diese Arbeit ist Grundlage für den Aufbau einer Methodendatenbank (vgl. Kapitel 7.5) und die entsprechende Codierung der übernommenen Daten.

Für die Methodendatenbank ist zumindest eine einfache Ansicht zu erstellen, in denen die Testnutzer*innen einschlägige Verfahren und Methoden einsehen und mit einfachen Mitteln (z.B. Freitextsuche) recherchieren können.

10.6 Technische und betriebliche Vorgaben zur Umsetzung

Die Umsetzung des Szenarios muss die folgenden technischen und betrieblichen Vorgaben zur Umsetzung beachten und erfüllen.

- ▶ Die technische und betriebliche Umsetzung soll der Architekturrichtlinie des Bundes folgen.
- ▶ Ziel ist zunächst ein Probetrieb. In dessen Rahmen sollen u.a.:
 - die zuvor beschriebenen Daten sauber und robust integriert werden,
 - die integrierten Daten durch eine Gruppe von Testnutzer*innen realitätsnah genutzt werden,
 - die bereitzustellenden Anwendungen ggf. in reduzierter Form aber auf dem Stand der Technik stabil und absturzfrei genutzt werden können,
 - die Möglichkeiten und Aufwände zur automatisierten Übernahme und Fortschreibung übernommener Daten ausgewählter Datenbereitsteller erprobt und validiert werden,
 - die technisch-organisatorische Kooperation mit dem ISMN erprobt und ausgebaut werden,
 - Verfahren zur Protokollierung und das Reporting von Zugriffszahlen auf einzelne Datensätze erprobt und validiert werden,
 - Schnittstellen und Verschneidung mit Beprobungsdaten (Szenario 1) erprobt werden,
- ▶ Der Probetrieb ist zunächst auf einer sicheren, in Deutschland betriebenen Cloud-Infrastruktur zu konzipieren. Das IT-System soll technisch auch darauf vorbereitet sein, in anderen Cloud-Umgebungen zu laufen und ggf. auch in einer Cloud-Umgebung des Bundes betrieben werden können
- ▶ Für die Umsetzung der Datenhaltung sollen zweckmäßige, robuste und gut wartbare Technologien eingesetzt werden.
- ▶ Eine Umsetzung auf der Grundlage von OpenSource-Software wird stark präferiert. Die Nutzung kommerzieller Software muss sehr gut begründet werden. Insbesondere muss sichergestellt sein, dass die Software dauerhaft verfügbar ist, keine wiederkehrenden Lizenzkosten entstehen und die eingesetzte Software keine Cloud-Dienste Dritter nutzt, die außerhalb der Kontrolle des DHB liegen. Die kostenmäßige Abwägung (Erstellungskosten einer vergleichbaren Eigenentwicklung vs. Lizenzerwerb) ist auf 5 Jahre zu bemessen.

11 Szenario 3: Bereitstellung eines Kernensembles bodenbezogener Flächendaten

11.1 Anwendungskontext

Allgemeine Kontextdaten für bodenbezogene Fragestellungen haben eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten und werden häufig zu Interpretation lokaler Beprobungs- und Messdaten mit herangezogen. Entsprechende Analyse- und Auswerteaufgaben sollen im Zuge dieses Anwendungsszenarios schrittweise definiert werden. Das Spektrum reicht voraussichtlich von reinen visuellen Analysen bis hin zum Datendownload für komplexere Analysen auf Arbeitsplatzrechnern.

Im Rahmen dieses Testszenarios sollen ein Kernensemble an bodenbezogenen Flächendaten definiert und in den DHB eingebunden werden. Erprobt werden sollen in diesem Zuge auch sinnvolle Bereitstellungswege, d.h. es ist abzuwägen, ob der DHB diese Daten selbst hosten soll oder externe Webdienste ad-hoc einbindet.

11.2 Datenarten

11.2.1 Flächenhaft aufgelöste Kontextdaten

Bei den zu integrierenden Daten handelt es sich um flächenhaft aufgelöste Kontextdaten (vgl. Kapitel 3.3), die wenig dynamisch sind und ggf. in größeren Jahresabständen in neuen Versionen publiziert werden.

11.3 Nutzergruppen und Nutzungsvereinbarungen

Die relevanten Datensätze werden von unterschiedlichen öffentlichen Stellen in Deutschland unter OpenData-Lizenzen bereitgestellt, sodass voraussichtlich keine besonderen Nutzungsvereinbarungen geschlossen werden müssen.

11.4 Datenbereitsteller und Datenlieferungen

Die bereitzustellenden Daten sind in unterschiedlicher Form zu beziehen. Grundsätzlich zu unterscheiden sind klassische Datensätze in Form von Dateien und Webdienste, die Online genutzt und durch Drittsysteme eingebunden werden können.

Anhang zu definierender Anwendungskontexte ist zu entscheiden, welche Daten in welcher Form im DHB verfügbar gemacht werden und welche Datenformate und Schnittstellen am besten geeignet sind. Für externe Webdienste ist festzustellen, mit welcher Servicequalität (Antwortzeiten, Bandbreite, vorübergehende Ausfallzeiten, langfristige Verfügbarkeit) sie von den jeweiligen Anbietern bereitgestellt werden und welcher Aufwand die mittelbare Bereitstellung über den DHB entsteht. In gleicher Form sind die Aufwände für ein Self-Hosting im DHB zu quantifizieren. Auf dieser Grundlage eine Abwägungsentscheidung zu treffen, wie die Bereitstellung erfolgen soll.

11.5 Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzende

11.5.1 Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen

Die Bereitstellung dieser Funktionalität gemäß Kapitel 7.1 ist verpflichtend. Der gestalterische Aufwand ist nach Kosten-/Nutzenaspekten abzuwägen und soll sich an typischen User Journeys in der Datenrecherche orientieren.

11.5.2 Kartenviewer

Die Bereitstellung eines Kartenviewers zur Darstellung flächenhafter Kontextdaten ist erforderlich. Dieser kann auch öffentlich zugreifbar sein.

Aus dem Kartenviewer heraus soll nach Möglichkeit auch die Anzeige einer Objektinformation durch Klick auf einen Punkt bzw. ein Objekt in die Karte möglich sein (vgl. Kapitel 7.2.2.3).

11.5.3 Datenexport

Ein Export der Daten via API ist erforderlich, um die Daten an erste Testnutzer*innen weiterzugeben. Weiterhin soll zumindest eine einfache Bedienoberfläche für den Datenexport erstellt werden, die für menschliche Nutzer*innen den manuellen Abruf von Datensätzen ermöglicht. Sollte ohnehin ein „Datenkatalog oder katalogbasierte Recherchefunktionen“ umgesetzt werden, kann diese Exportfunktion auch dort integriert sein.

11.6 Technische und betriebliche Vorgaben zur Umsetzung

Die Umsetzung des Szenarios muss die folgenden technischen und betrieblichen Vorgaben zur Umsetzung beachten und erfüllen.

- ▶ Die technische und betriebliche Umsetzung soll der Architekturrichtlinie des Bundes folgen.
- ▶ Ziel ist zunächst ein Probetrieb. In dessen Rahmen sollen:
 - die zuvor beschriebenen Daten sauber und robust integriert werden,
 - die integrierten Daten durch eine Gruppe von Testnutzer*innen realitätsnah genutzt werden,
 - die bereitzustellenden Anwendungen ggf. in reduzierter Form aber auf dem Stand der Technik stabil und absturzfrei genutzt werden können,
 - die technisch-organisatorische Kooperation mit den jeweiligen Datenbereitstellern erprobt werden,
 - Verfahren zur Protokollierung und das Reporting von Zugriffszahlen auf einzelne Datensätze erprobt und validiert werden,
 - Schnittstellen und Verschneidung mit Beprobungsdaten (Szenario 1) erprobt werden,
 - ...
- ▶ Der Probetrieb ist zunächst auf einer sicheren, in Deutschland betriebenen Cloud-Infrastruktur zu konzipieren. Das IT-System soll technisch auch darauf vorbereitet sein, in anderen Cloud-Umgebungen zu laufen und ggf. auch in einer Cloud-Umgebung des Bundes betrieben werden können

- ▶ Für die Umsetzung der Datenhaltung sollen zweckmäßige, robuste und gut wartbare Technologien eingesetzt werden.
- ▶ Eine Umsetzung auf der Grundlage von OpenSource-Software wird stark präferiert. Die Nutzung kommerzieller Software muss sehr gut begründet werden. Insbesondere muss sichergestellt sein, dass die Software dauerhaft verfügbar ist, keine wiederkehrenden Lizenzkosten entstehen und die eingesetzte Software keine Cloud-Dienste Dritter nutzt, die außerhalb der Kontrolle des DHB liegen. Die kostenmäßige Abwägung (Erstellungskosten einer vergleichbaren Eigenentwicklung vs. Lizenzerwerb) ist auf 5 Jahre zu bemessen.

12 Szenario 4: Bereitstellung eines deutschlandweiten Datensatzes zum NDVI

12.1 Anwendungskontext

Boden und Vegetation sind eng miteinander verknüpft. Deshalb sind zeitlich aufgelöste Daten zum Zustand der Vegetation auch für bodenkundliche Auswertungen und Analysen von großem Interesse. Multispektrale Daten aus der satellitengestützten Erdbeobachtung ermöglichen flächendeckende Aussagen zum Zustand der Vegetation. Weit verbreitet in der Anwendung sind multispektrale Indizes, wie der *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), welcher in vielfältigen Anwendungskontexten eingesetzt wird.

Im Rahmen dieses Testszenarios soll abgeschätzt werden, ob und mit welchen Implikationen ein sehr großer, zeitlich aufgelöster, deutschlandweiter NDVI-Datensatz für bodenkundliche Auswertungen bereitgestellt und fortgeschrieben werden kann.

12.2 Datenarten

12.2.1 Räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung

Bei den zu integrierenden Daten handelt es sich um räumlich und zeitlich aufgelöste Daten aus der Fernerkundung (vgl. Kapitel 3.4), die anbieterseitig häufig aktualisiert werden und entsprechend fortzuschreiben sind. Bevorzugte Datengrundlage sind Satellitenaufnahmen aus dem europäischen Sentinel-Programm, die über die Copernicus-Plattform zur Verfügung gestellt werden.

12.3 Nutzergruppen und Nutzungsvereinbarungen

Die relevanten Datensätze werden unter einer OpenData-Lizenz bereitgestellt. Es müssen keine besonderen Nutzungsvereinbarungen geschlossen werden.

12.4 Datenbereitsteller und Datenlieferungen

Anbieterseitig werden jedoch nur korrigierte Multispektraldaten (sog. Level-2A-Daten, L2A) zur Verfügung gestellt. Die eigentlichen NDVI-Daten werden nicht vorgehalten und müssen entweder selbst oder über bestimmte Webdienste²¹ nach Bedarf bzw. auf Anfrage berechnet werden. Zusätzlich zum eigentlichen NDVI ist auch die Stärke der Wolkenbedeckung interessant. Ein vollständig wolkenfreier Himmel ist in Deutschland eher selten. Um die Qualität des NDVI-Indikators beurteilen zu können, ist die zusätzlich die Kenntnis des Bedeckungsgrades erforderlich.

Das Volumen der benötigten Eingangsdaten für die flächendeckende Berechnung ist sehr groß und in Tabelle 9 grob abgeschätzt.

²¹ Copernicus Data Space Ecosystem (CDSE) <https://openeoef.dataspace.copernicus.eu/>

Tabelle 9: Abschätzung der Mengengerüste für NDVI-Eingangsdaten

Abschätzung auf Grundlage von Boedecker et al. (2025). Eine belastbare Schätzung erfordert umfangreichere Vorversuche, die die tatsächliche Werteverteilung innerhalb der Szenen und die Komprimierbarkeit der Daten feststellt

Eigenschaft	Abschätzung
Eingangsdaten	
Anzahl der Szenen	ca. 50.000
Einzelgröße einer vollständigen L2A-Szene	ca. 1 ... 1,5 GB, je nach Bewölkungsgrad
Gesamtes Datenvolumen (L2A/DE) 2023	60 ... 90 TB
Geschätztes Datenvolumen auf 10 Jahre	600 ... 900 TB
Ausgabedaten	
Einzelgröße einer NDVI-Szene	30 ... 50 MB
Jährliches Datenvolumen	1,5 ... 2,5 TB
Geschätztes Datenvolumen auf 10 Jahre	15 ... 25 TB

12.5 Datenbereitstellung und Präsentation für Datennutzer

In Anbetracht des beträchtlichen Datenvolumens ist gestuft vorzugehen und zunächst zu bestimmen in welchem Umfang und in welcher Tiefe die Daten für bodenkundliche Auswertungen benötigt werden und wie sie im DHB angeboten und vorgehalten werden müssen.

Ein möglicher Prozess für eine zielgruppengerechte Bereitstellung und fortlaufende Berechnung im Anwendungsbereich „Landwirtschaft“ ist in Boedecker et al. (2025) beschrieben und kann als Ausgangspunkt für den DHB dienen. Entscheidend für den DHB ist jedoch die Kosten-Nutzen-Abwägung für die kontinuierliche Aufbereitung und Fortschreibung.

12.5.1 Datenkatalog und katalogbasierte Recherchefunktionen

Die Bereitstellung dieser Funktionalität gemäß Kapitel 7.1 ist verpflichtend. Der gestalterische Aufwand ist nach Kosten-/Nutzenaspekten abzuwägen und soll sich an typischen User Journeys in der Datenrecherche orientieren.

12.5.2 Kartenviewer

Sollte entschieden werden, dass die NDVI-Daten vollständig im DHB vorgehalten und über geeignete Schnittstellen abrufbar bereitgehalten werden, ist auch eine Einbindung in die Kartenviewer des DHB möglich. Andernfalls ist die Visualisierung in den Kartenviewern nicht möglich.

12.5.3 Datenexport

Falls die NDVI-Daten im DHB vorgehalten werden, ist eine sinnvolle Export-Schnittstelle vorzuziehen. In Anbetracht von Menge und Struktur der Daten ist der Einsatz von Cloud-Optimized GeoTiff (COG) als Datenaustauschformat zu bevorzugen.

Falls im DHB keine Daten vorgehalten werden, ist entweder eine Anleitung für den Abruf der Daten über externe Schnittstellen (insbesondere Copernicus-Dienste) bereitzustellen.

Technisch könnte der DHB auch eine eigene Schnittstelle oder ein Online-Werkzeug für die Erzeugung der NDVI-Daten *on demand* bereitstellen. Aufgrund der langen Bearbeitungs- und Rechenzeiten²² wäre diese Schnittstelle in der Ansteuerung jedoch recht komplex und für Nutzende mit erheblichem Aufwand in der Einbindung verbunden. Deshalb ist auch hier im Vorfeld eine Kosten-Nutzen-Abwägung durchzuführen.

12.6 Technische und betriebliche Vorgaben zur Umsetzung

Aufgrund der erforderlichen Vorentscheidungen zur Bereitstellung der NDVI-Daten wird auf eine Beschreibung der technischen und betrieblichen Vorgaben zur Umsetzung zunächst verzichtet.

12.7 Vorläufige Bewertung

Der DHB ist als Integrations- und Bereitstellungsplattform für bodenbezogene Daten angelegt. Er wird bis auf Weiteres nicht als Rechen- oder Speicherinfrastruktur für großvolumige Rohfernerkundungsdaten konzipiert. Vor diesem Hintergrund ist für NDVI-Daten eine strategische Entscheidung über Umfang und Tiefe der Integration erforderlich. Ziel dieses Szenarios ist es daher, Optionen zur Bereitstellung bodenrelevanter NDVI-Produkte zu bewerten und deren Umsetzbarkeit im Rahmen des DHB zu prüfen.

Vor diesem Hintergrund muss die Bereitstellung hochaufgelöster NDVI-Daten in dieser Form vorläufig entfallen. So lange die beschriebenen Daten nicht aus einer anderen (DHB-externen) Infrastruktur heraus bereitgestellt und von dort dynamisch eingebunden werden können, übersteigt eine solche Datenbereitstellung und -vorhaltung den Aufgabenbereich des DHB.

Alternativ kann geprüft werden, ob höher aggregierte NDVI-Ableitungen für bodenbezogene Auswertungen sinnvoll genutzt werden können, oder ob zu einem späteren Zeitpunkt entsprechende Dienste auf der Copernicus-Plattform verfügbar werden.

²² Lange Antwortzeiten (Stunden, ggf. Tage) sowie die Beanspruchung signifikanter Systemressourcen erfordern asynchrone Bereitstellungswege mit Benachrichtigungsfunktionen. Zusätzlich sind Absicherungen gegen Angriffe auf die IT-Ressourcen des DHB, um eine Überlastung oder einen Missbrauch der Systeme zu verhindern.

13 Quellenverzeichnis

- Boedecker, H.; Müller, M.; Mendt, J. (2025): Fernerkundungsdaten in der Landwirtschaft. Schriftenreihe des LfULG, Heft 8/2025.
- Dombert, M.; Penski, F. (2023): Reichweite und Grenzen des Rechts auf Umweltinformation - Am Beispiel der Revitalisierung von Konversionsflächen. In: UPR 2023, Seite 13-19.
- Engel, G. (2016): Kommentierung zum Umweltinformationsgesetz. In: iGötze/Engel, UIG, 1. Auflage 2016, juris.
- Grünberger, Tom (2025): Veröffentlichung und Nachnutzung von Artvorkommensdaten am Beispiel der Gesellschaft für Ichthyologie e.V., Zenodo, <https://zenodo.org/records/14975978>
- Hartmann, T. (2021): Forschungsdaten in den Naturwissenschaften: Eine urheberrechtliche Bestandsaufnahme mit ihren Implikationen für universitäres FDM, in Heuveline, Vincent und Bisheh, Nina (Hrsg.): E-Science-Tage 2021: Share Your Research Data, Heidelberg: heiBOOKS, 2022, S. 183–195: <https://doi.org/10.11588/heibooks.979.c13728>
- Kaufmann-Boll, C.; Kern, M.; Niederschmidt, S. (2020): Bodendaten in Deutschland. UAB TEXTE 52/2020.
- 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-Boden-monitoring-Verbunds für Bodenbiologie und organische Bodensubstanz. UBA TEXTE 67/2022.
- Löbhard-Mann, C. (2023): Öffentliches Informationszugangsrecht. In: Zilkens/Gollan Datenschutz in der Kommunalverwaltung, 6. Auflage 2023, Kapitel 13.
- Lohmann, H. (2022): Die Dogmatik geheimer Unternehmensinformationen im Umweltrecht, - eine rechtsebenenübergreifende Untersuchung. 1. Auflage, Duncker & Humblot, Berlin.
- Open.NRW (2019): Datenlizenzen für Open Government Data, Rechtliches Kurzgutachten, Handreichung zu den Nutzungsrechte Regelungen gebräuchlicher Open Data Lizenzen und Empfehlungen für ihren Einsatz, Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter https://open.nrw/system/files/media/document/file/opennrw_rechtl_gutachten_datenlizenzen_lowres_web.pdf
- Reidt, O; Schiller, G. (2025): Kommentierung zum Umweltinformationsgesetz. In: Landmann/Rohmer: Umweltrecht – Band I Kommentar. Werkstand: 106. Ergänzungslieferung Januar 2025, §§ 1 – 10 UIG.
- Schomerus, T. (2020): Evaluation des Umweltinformationsgesetzes (UIG) – Analyse der Anwendung der Regelungen des UIG und Erschließung von Optimierungspotentialen für einen ungehinderten und einfachen Zugang zu Umweltinformationen. Anhang A: Rechtsgutachten, UBA TEXTE 235/2020.
- Stracke K.; Zschiesche, M.; Schomerus, T.; Tews, K. (2020): Evaluation des Umweltinformationsgesetzes (UIG) – Analyse der Anwendung der Regelungen des UIG und Erschließung von Optimierungspotentialen für einen ungehinderten und einfachen Zugang zu Umweltinformationen, UBA TEXTE 235/2020.
- Thau, L. (2023): Anspruch auf Informationszugang zu Genehmigungsunterlagen einer Windenergieanlage, In: jurisPR-UmwR 7/2023 Anm. 4.