



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Bundesweite Landnutzungsdaten am Thünen-Institut

Sachstand und Perspektiven

Stefan Erasmi, Andrea Ackermann, Andreas Bolte, Karsten Dunger, Peter Elsasser, Roland Fuß, Alexander Gocht, Florian Hoedt, Sebastian Klimek, Stefan Neumeier, Bernhard Osterburg, Norbert Röder, Maximilian Strer, Peter Weingarten, Folkhard Isermeyer

Thünen Working Paper 213

Dr. Stefan Erasmí, Dr. Alexander Gocht
Thünen-Institut für Betriebswirtschaft

Dr. Andrea Ackermann, Dr. Stefan Neumeier, Dr. Norbert Röder, Prof. Dr. Peter Weingarten
Thünen-Institut für Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen

Prof. Dr. Andreas Bolte, Karsten Dunger, Dr. Maximilian Strer
Thünen-Institut für Waldökosysteme

Dr. Peter Elsasser
Thünen-Institut für Waldwirtschaft

Dr. Roland Fuß
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz

Florian Hoedt
Zentrum für Informationsmanagement

Dr. Sebastian Klimek
Thünen-Institut für Biodiversität

Bernhard Osterburg
Stabsstelle Klima und Boden

Prof. Dr. Folkhard Isermeyer

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Tel.: 0531 596 5157
Fax: 0531 596 5199
E-Mail: stefan.erasmi@thuenen.de

Thünen Working Paper 213

Braunschweig/Germany, Mai 2023

Zusammenfassung

Daten zum Status und zur Veränderung der Landnutzung, also zur Inanspruchnahme von Böden und Landflächen durch den Menschen, stellen eine zentrale Grundlage für eine faktenbasierte Politikberatung und Forschung sowie verschiedene Monitoring- und Evaluierungsaufgaben am Thünen-Institut dar. Entsprechend weist das Thünen-Institut eine breite Kompetenz in der Erfassung, Verwaltung, Aufbereitung und Analyse von Landnutzungsdaten für Deutschland auf.

Vor dem Hintergrund der aktuellen und zukünftigen Anforderungen sowie der dynamischen Entwicklung hinsichtlich Art und Quantität von Daten zur Landnutzung bildet dieses Working Paper den Status quo der einschlägigen Arbeiten am Thünen-Institut ab und entwickelt Leitplanken für ein Gesamtkonzept zum Landnutzungsdaten-Management. Der inhaltliche Fokus liegt hierbei auf der Nutzung von Offenland- und Waldflächen in Deutschland. Es werden aber auch Daten im Landnutzungsbereich Siedlung und Verkehr betrachtet.

Zunächst wird dargelegt, auf Grund welcher Bedarfe und Anforderungen sich die Verarbeitung von Landnutzungsdaten am Thünen-Institut in den letzten Jahren entwickelt hat. Daran schließt in Kapitel 2 eine Beschreibung der am Thünen-Institut vorgehaltenen bzw. weiterverarbeiteten Daten an. Kapitel 3 beschreibt die vorhandenen technischen und personellen Ressourcen sowie die vorhandenen Organisationsstrukturen. In Kapitel 4 werden die aktuellen Aufgaben und die anstehenden Herausforderungen beschrieben. Abschließend wird ein Zielbild für die weitere Arbeit mit Landnutzungsdaten am Thünen-Institut beschrieben und in einer Roadmap konkretisiert.

Schlüsselwörter: Landnutzung, Datenmanagement, Wald, Offenland, Monitoring, Politikberatung

Abstract

Data on the status of and changes in land use, i.e. on the use of soils and land areas by humans, represent a central basis for fact-based policy advice and research as well as various monitoring and evaluation tasks at the Thünen Institute. Accordingly, the Thünen Institute has broad expertise in the collection, management, processing and analysis of land use data for Germany.

Against the background of current and future requirements as well as the dynamic development with regard to the type and quantity of data on land use, this working paper maps the status quo of the relevant work at the Thünen Institute and develops guidelines for an overall concept for land use data management. The focus is on the use of open land and forest areas in Germany. However, data in the land use area of settlement and transport are also considered.

First, the needs and requirements that have developed for the processing of land use data at Thünen Institute in recent years are presented. This is followed in Chapter 2 by a description of the data held and processed at the Thünen Institute. Chapter 3 describes the available technical and human resources as well as the existing organisational structures. Chapter 4 describes the current tasks and the upcoming challenges. Finally, a perspective for further work with land use data at the Thünen Institute is described and outlined in a roadmap.

Keywords: land use, data management, forest, open land, monitoring, policy advice

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Abstract	i
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Hintergrund	1
2 Vorhandene Landnutzungsdaten am Thünen-Institut	3
2.1 Landnutzungsdaten (Kerndaten)	3
2.2 Landnutzungsrelevante Daten	7
3 Bestehende Ressourcen und Strukturen	12
3.1 Technische Infrastruktur	12
3.2 Organisationsstrukturen	14
3.3 Personelle Ressourcen	17
4 Aktuelle Aufgaben und zukünftige Herausforderungen	18
4.1 Relevanz der Landnutzungsdaten für aktuelle Aufgaben	18
4.2 Zukünftige Herausforderungen einer inhaltlichen Erweiterung	20
4.3 Herausforderungen in der praktischen Umsetzung	21
5 Entwicklung eines Zielbilds und einer Roadmap	24
5.1 Zwischenfazit	24
5.2 Zielbild	24
5.3 Roadmap	26
Literaturverzeichnis	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Aktuelle Aufgaben am Thünen-Institut mit Bezug zum Landnutzungsdaten-Management und deren Integration im Kontext regulatorischer Anforderungen und rechtlicher Rahmenbedingungen	23
--------------	--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Landnutzungsdaten (Kerndaten) am Thünen-Institut	4
Tabelle 2:	Sonstige georeferenzierte Forschungsdaten, Geobasisdaten oder -fachdaten, die am Thünen-Institut vorliegen	8
Tabelle 3:	Bestehende (Geo-)IT-Infrastruktur zum Landnutzungsdaten-Management am Thünen-Institut	13
Tabelle 4:	Organisationsstrukturen am Thünen-Institut, die das Landnutzungsdaten-Management unterstützen	14
Tabelle 5:	Bestehende Verwaltungs- und Organisationsstrukturen zum Management und zur Nutzung von Landnutzungsdaten im Ressort und in anderen Bundesministerien	17
Tabelle 6:	Aufgaben am Thünen-Institut, die auf die Verfügbarkeit von (bundesweiten) Landnutzungsdaten angewiesen sind	18

Abkürzungsverzeichnis

AK	Thünen-Institut für Agrarklimaschutz
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
API	Application Programming Interfaces (engl.) (Programmierschnittstelle)
ASE	Agrarstrukturerhebung
AT	Thünen-Institut für Agrartechnologie
ATKIS	Amtlich Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BD	Thünen-Institut für Biodiversität
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMI	Bundesministeriums des Innern und für Heimat
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BÜK	Bodenübersichtskarte
BW	Thünen-Institut für Betriebswirtschaft
BWI	Bundeswaldinventur
BZE-LW	Bodenzustandserhebung-Landwirtschaft
BZE-Wald	Bodenzustandserhebung-Wald
CLC	Corine Land Cover
CLMS-HRL	Copernicus Land Monitoring Service (High Resolution Layers)
Destatis	Statistisches Bundesamt
DHM	Digitales Höhenmodell
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EBE	Ernte- und Betriebsberichterstattung
EEA	Europäische Umweltagentur
ESA	European Space Agency
EU	Europäische Union
FADN	Farm Accountancy Data Network
FDZ	Forschungsdatenzentrum
FLIK	Flächenidentifikator

ForUmV	Bundesverordnung zum forstlichen Monitoring
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GAPInVeKoSG	Gemeinsame Agrarpolitik einzuführendes Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem-Gesetz
GDI	Geodateninfrastruktur
GeoZG	Geodatenzugangsgesetz
GIS	Geographisches Informationssystem
GPU	Grafikprozessoren
HF	Thünen-Institut für Holzforschung
HIT	Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere
HPC	High Performance Cluster
HRL	Pan-European High Resolution Layers
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
ICP-Forests	International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests
INKAR	Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KiDa	KI- und Datenakzelerator
LBM-DE	Landbedeckungsmodell-Deutschland
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
LUCAS	Land Use and Coverage Area frame Survey
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry (engl.) (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)
LV	Thünen-Institut für Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen
LwG	Landwirtschaftsgesetz
MaStR	Marktstammdatenregister
MKE	Mindestkartiereinheit
MonViA	Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften
NEC	National Emission Ceilings Directive (engl.) (Richtlinie über nationale Emissionshöchstgrenzen)
NMZB	Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques (franz.) (Klassifikation der Gebietseinheiten für die Statistik)
OSM	Openstreetmap
SDC	Secure Data Cluster
StMELF	Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
TBN	Testbetriebsnetz
THG	Treibhausgas
TISDAR	Thünen Institute Scientific Data Repository
TISDEX	Thünen Institute Spatial Data Exchange

ThEO	Thünen Earth Observation
UBA	Umweltbundesamt
UIG	Umweltinformationsgesetz
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VM	virtuelle Maschinen
WEHAM	Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung
WF	Thünen-Institut Waldwirtschaft
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WI	Thünen-Institut für Innovation und Wertschöpfung in ländlichen Räumen
WO	Thünen-Institut für Waldökosysteme
WZE	Waldzustandserhebung
ZALF	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
ZI	Zentrum für Informationsmanagement (am Thünen-Institut)

1 Hintergrund

Die Erfassung, Verwaltung, Aufbereitung und Analyse von georeferenzierten Informationen zur **Landnutzung**, also zur Inanspruchnahme von Böden und Landflächen durch den Menschen, ist für eine effiziente Landnutzungspolitik unerlässlich. Sie ist daher auch eine zentrale Grundlage der Forschungs- und Beratungstätigkeit des Thünen-Instituts. Entsprechend der Aufgabenstellung eines Bundesforschungsinstitutes liegt der Fokus dabei vor allem auf **flächendeckenden Datensätzen** bzw. **repräsentativen Stichproben** für ganz Deutschland, die auf Bundes- oder Länderebene regelmäßig erhoben bzw. beschafft und verarbeitet werden. Die fachliche Breite der wissenschaftlichen Aufgaben im Bereich der Landnutzung geht dabei weit über den engeren Bereich der Kartographie, der physischen Geographie und der Landschaftsökologie hinaus und stellt generell das Wirken des Menschen im (ländlichen) Raum in den Vordergrund. Somit werden auch am Thünen-Institut nicht allein die Landnutzung selbst, sondern zudem auch die sozio-ökonomischen Faktoren analysiert, welche die Landnutzungsänderungen treiben.

Rückblickend ist festzustellen, dass verschiedene Entwicklungen das Angebot an Landnutzungsdaten wie auch den Bedarf an integrierten Auswertungen stärken, die einen Mehrwert für Wissenschaft, Politik und Wirtschaft schaffen:

- Gesetzgeber und Regierung stellen zunehmende Ansprüche an ein fundiertes Monitoring mit Bezug zur Landnutzung. In diesem Zusammenhang wurden dem Thünen-Institut beispielsweise Aufgaben der Treibhausgasberichterstattung¹, Bodenzustandserhebungen, Waldzustandserhebungen, ein Monitoring der biologischen Vielfalt und das Monitoring ländlicher Räume übertragen; für jede dieser Aufgaben wurde jeweils ein eigenständiges Datenmanagementkonzept entwickelt und fortgeschrieben.
- Parallel ermöglichen Fortschritte der Digitalisierung (z. B. Fernerkundung), im Wege der Vorlaufforschung auch jenseits reiner Monitoringaufgaben Datenzugänge zu erschließen und Kompetenzen aufzubauen, die für die Analyse der Landnutzungsentwicklung nützlich sein können (u. a. Blickensdörfer et al., 2022).
- Ein dritter Entwicklungsstrang mit Bezug zur Landnutzung ist der steigende Bedarf und die Vielfalt an Analysen u. a. zur EU-Agrarpolitik, zur Agrarumwelt- und zur Klimapolitik. Aus Bundessicht ist es von besonderem Interesse, regional differenzierte Ergebnisse für das gesamte Bundesgebiet zu erarbeiten. Im Thünen-Institut führt diese Fokussierung zur systematischen Erschließung und Zusammenführung der verfügbaren relevanten Datenquellen (z. B. Agrarstrukturerhebungen, Testbetriebsnetz, Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS)). Von großem Wert sind dabei auch die Kompetenzen zur Schließung von Datenlücken, die z. B. auf Grund von Datenschutzbestimmungen oder mehrjährigen Erhebungen bestehen.
- Ein vierter Entwicklungsstrang fokussiert mit dem Monitoring ländlicher Räume auf Siedlungs- und Verkehrsflächen. Mit dem Thünen-Erreichbarkeitsmodell (Neumeier, 2017) wurde ein methodisches Instrument geschaffen, das an der Nutzung von Land als Wohnstandort, als Verkehrsfläche und als Standort von Einrichtungen der Daseinsvorsorge ansetzt. Mit diesem kann flächendeckend berechnet werden, wie lange Einwohner*innen mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln z. B. bis zu nächsten Hausarztpraxis brauchen.

Die aktuelle Entwicklung im Bereich Landnutzungsdaten verläuft sehr dynamisch. Für die Zukunft kündigen sich neue Datenquellen und ein weiter zunehmender Bedarf durch neue Monitoringaufgaben an, die durch das Gesamtportfolio der Landnutzungsdaten bedient werden müssen. Die zunehmende Quantität der generierten, verarbeiteten und vorgehaltenen Daten führt zu neuen Herausforderungen, aber auch **zusätzlichen Potenzialen** und sorgt für gesteigerte Sichtbarkeit solcher Forschungsarbeiten innerhalb und außerhalb des Landwirtschaftsressorts sowie in der Forschungsgemeinschaft, bei öffentlichen Verwaltungen und der breiten

¹ Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ist laut Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung für die „Sicherstellung der Datenlieferung an die Nationale Koordinierungsstelle sowie die Qualitätskontrolle, Dokumentation und Archivierung der Daten“ für die Quell- und Senkengruppen in Landwirtschaft und LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft) zuständig. Grundlage bildet eine Vereinbarung der Staatssekretäre der beteiligten Ministerien vom 05.06.2007.

Öffentlichkeit. Je größer die Bedeutung des Thünen-Instituts in diesem Themenbereich wird, desto mehr wächst die Verantwortung im Hinblick auf Datenschutz, Datensicherheit und rechtskonforme Nutzarmachung, auch für Dritte.

Für das Management der Landnutzungsdaten selbst existieren am Thünen-Institut fachinstitutsübergreifende Strukturen. Darüber hinaus werden für einzelne befristete Aufgaben regelmäßig fachinstitutsübergreifende **Ad-hoc-Arbeitsgruppen** z. B. zur Bearbeitung von Projekten, Aufträgen und Erlassen gebildet, die sich nach Projektabschluss wieder auflösen.

Die Weiterentwicklung der bestehenden Strukturen und Prozesse benötigt einen konzeptionellen Rahmen zum Landnutzungsdatenmanagement. Der vorliegende Bericht beleuchtet zu diesem Zweck die folgenden Punkte:

- Welche Landnutzungsdaten sind am Thünen-Institut vorhanden bzw. können für Dritte verfügbar gemacht werden?
- Welche zentralen Aufgaben erfordern Landnutzungsdaten?
- Welche wesentlichen Herausforderungen und Potenziale ergeben sich künftig im Bereich Landnutzungsdaten?
- Welche Ziele verfolgt das Thünen-Institut für den Bereich Landnutzungsdaten?
- Welche Maßnahmen sollen zur Zielerreichung ergriffen werden?

Der nachfolgende Bericht ist wie folgt gegliedert: Die beiden nachfolgenden Kapitel beschreiben zunächst den Sachstand zur Verfügbarkeit und Verarbeitung von Landnutzungsdaten am Thünen-Institut. Dabei fokussiert Kapitel 2 auf die genutzten Daten. Kapitel 3 stellt die technischen und personellen Ressourcen und organisatorischen Strukturen dar, mit deren Hilfe die Erschließung und Nutzung der Landnutzungsdaten erfolgt. Anschließend werden in Kapitel 4 die aktuellen Aufgaben des Thünen-Institutes, die auf die Verfügbarkeit von bundesweiten Landnutzungsdaten angewiesen sind, beschrieben sowie die Herausforderungen und Potenziale im Hinblick auf zukünftige Aufgaben skizziert. Auf dieser Basis beschreibt Kapitel 5 das Zielbild für das Landnutzungsdaten-Management am Thünen-Institut und zeigt eine Roadmap auf, die die wesentlichen Handlungsfelder und Maßnahmen zur Zielerreichung grob umreißt.

2 Vorhandene Landnutzungsdaten am Thünen-Institut

Die Ausarbeitung einer Strategie zum Landnutzungsdatenmanagement erfordert als ersten Schritt die Erarbeitung eines Sachstands zum Themenbereich, der einen Überblick über den Status quo des Thünen-Instituts zur Erfassung, Verwaltung, Aufbereitung und Analyse von Daten zur Landnutzung in Deutschland gibt. Dazu ist zunächst eine Festlegung auf eine „Grundmenge“ von Daten notwendig, die dem Bereich Landnutzungsdaten zugeordnet werden. Diese Grundmenge umfasst als „**Kerndaten**“ solche Daten und Datenprodukte, die unmittelbar und primär Merkmale der Landnutzung abbilden (Kap. 2.1). Als **Landnutzung** wird im Allgemeinen die Nutzung der festen Erdoberfläche durch den Menschen bezeichnet. Sie kann durch die Art, die Intensität und den Zweck der Nutzung beschrieben werden. „Der anthropozentrische Begriff Landnutzung unterscheidet sich damit von dem naturwissenschaftlich geprägten Begriff Landbedeckung, der auf die biophysikalischen Eigenschaften der Erdoberfläche abzielt“ (Gömann und Weingarten, 2018). Kerndaten der Landnutzung umfassen im Folgenden solche Daten, die sich mit der land- und forstwirtschaftlichen Landnutzung befassen, die oftmals auch als Bodennutzung bezeichnet wird, weil Böden ihre Produktionsgrundlage sind, sowie Daten zur Siedlungs- und Verkehrsfläche. Im Fokus der Kerndaten der Landnutzung stehen die Flächen mit Wald- und landwirtschaftlicher Nutzung bzw. allgemein die Flächennutzung in der Offenlandschaft und im Wald.

Ein Kriterium für die Aufnahme in den Sachstand ist, dass die Landnutzungsdaten repräsentativ für die Bundesfläche sind, d. h. möglich sind sowohl Punktdaten als auch flächenbezogene und flächendeckende Daten, die jeweils eine Aussage über die Merkmalsausprägung auf Bundesebene erlauben. Die Bestandsaufnahme erhebt hierbei keinen Anspruch auf Vollständigkeit für alle am Thünen-Institut vorliegenden oder genutzten Daten. Ziel ist vielmehr, basierend auf fachinstitutsübergreifend häufig genutzten Daten zur Landnutzung eine Grundlage für Prozesse und Strukturen am Thünen-Institut, die auf Landnutzungsdaten angewiesen sind, zu ermitteln und diese zielorientiert weiterzuentwickeln.

Eine weitere wichtige Grundlage sind „**landnutzungsrelevante Daten**“, d. h. georeferenzierte Forschungsdaten, Geobasisdaten und Geofachdaten, die für die Analyse von Daten der Landnutzung grundsätzlich von Interesse sind (Kap. 2.2). Kerndaten der Landnutzung sowie landnutzungsrelevante Daten sind in erster Linie **Erhebungsdaten**, d. h., Primärdaten, die durch Beobachtung, Messung oder Kartierung zustande kommen, unabhängig davon, ob sie am Thünen-Institut erhoben oder vom Thünen-Institut akquiriert werden. Wir beschäftigen uns weitgehend mit menschlich genutzten Systemen. Deshalb wird die Land- oder Bodenbedeckung meist stark durch die Nutzung beeinflusst und lässt umgekehrt Rückschlüsse auf die Nutzung zu. Aus diesem Grund umfassen die folgenden Darstellungen auch Daten zur Bodenbedeckung.

2.1 Landnutzungsdaten (Kerndaten)

Tabelle 1 fasst die Kerndaten zum Thema Landnutzung am Thünen-Institut einschließlich der für die Datenhaltung federführenden Ansprechpersonen und Fachinstitute zusammen. In Hinblick auf die Kerndaten der Landnutzung, die vom/am Thünen-Institut generiert oder akquiriert und aufbereitet werden, liegt ein Fokus auf der land- und forstwirtschaftlich genutzten Fläche. Eine Kurzbeschreibung der einzelnen Datensätze erfolgt im Anschluss an die Tabelle. Generell entsprechen die aufgeführten Datensätze der obigen Definition bzgl. der Kulisse und Abdeckung bzw. Repräsentativität eines Datensatzes zur Landnutzung. Wesentlich für die weitere Betrachtung und spätere Bewertung ist, dass die Daten aufgrund vorliegender Eigentumsrechte, Nutzungsvereinbarungen und Datenschutzregelungen in vielen Fällen jeweils einer spezifischen Prüfung hinsichtlich der Verwendung in einem Vorhaben am Thünen-Institut (oder darüber hinaus) unterliegen. Nur wenige Datensätze liegen ohne Nutzungsbeschränkungen vor. Hierbei handelt es sich in der Regel um Daten, die auf Basis einer freien Lizenz angeschafft wurden bzw. frei verfügbar sind oder aus diesen generiert wurden (z. B. Offenlandnutzung – Fernerkundung). Als weiterer wesentlicher Punkt für die Sachstandserhebung ist in Tabelle 1 der Speicherort der Datensätze (mit Verweis auf Tabelle 3) angeführt.

Tabelle 1: Landnutzungsdaten (Kerndaten) am Thünen-Institut

Nr.	Bezeichnung	Bereitstellung durch	Standort (siehe Tab. 3)	Institut	Kontakt	Info	Daten	Publikationen
1	Landwirtschaftliche Nutzung – Agraratlas	Thünen	1, 3	BW	Neuenfeldt ²	Link	Daten Gemeindeebene (1999) Daten Gemeindeebene (2020)	Gocht und Röder (2014) Neuenfeldt et al. (2019)
2	Landwirtschaftliche Nutzung – InVeKoS	Länder	1, 2, 6	LV	Ackermann ¹	Link		Laggner et al. (2014) Röder et al. (2022b) Röder et al. (2022a)
3	Offenlandnutzung – Fernerkundung	Thünen	1, 3, 5, 8	BW	Erasm ²	Link	Hauptnutzungsklassen Mahdtermine / -häufigkeit	Blickensdörfer et al. (2022) Schwieder et al. (2022) Tetteh et al. (2021)
4	Siedlungsstruktur und Landnutzung – Landatlas	Thünen	1, 8	LV	Osigus ¹	Link	Karten zur Raumstruktur und Landnutzung	Küpper (2016); Steinführer et al. (2018)
5	Bodenzustandserhebung-Landwirtschaft (BZE-LW)	Thünen	1, 3, 7	AK	Poeplau ³	Link	Kerndatensatz BZE-LW	Jacobs et al. (2018) Poeplau et al. (2020) Poeplau et al. (2022a) Poeplau et al. (2022b)
6	Bodenzustandserhebung-Wald (BZE-Wald)	Thünen	1	WO	Wellbrock ⁴	Link	Daten der Ersten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE Wald I)	Wellbrock et al. (2022) Wellbrock und Bolte (2019) Ziche et al. (2019)
7	Bundeswaldinventur (BWI)	Bund, Länder	8	WO	Riedel ⁴	Link	BWI-Basisdaten (2012) zum Download Karten der dritten Bundeswaldinventur (2012)	Riedel et al. (2017) Kroiher und Schmitz (2015) Lorenz et al. (2019)
8	Waldzustandserhebung (WZE), Level I	Länder	9	WO	Wellbrock ⁴	Link	Waldzustandserhebung (Level I)	Wellbrock et al. (2018)
9	Level II: Intensives forstliches Umweltmonitoring	Länder	8	WO	Sanders ⁴	Link	Intensives forstliches Umweltmonitoring (Level II)	Krüger et al. (2020) Sanders et al. (2020)
10	Waldnutzung – Fernerkundung	Thünen	2, 9	WO	Riedel ⁴	Link	Bestockter Holzboden (2018) Dominierende Baumarten (2018)	Langner et al. (2022) Blickensdörfer et al. (in prep.)

¹lv@thuenen.de, ²bw@thuenen.de, ³ak@thuenen.de, ⁴wo@thuenen.de

Kurzbeschreibungen der Landnutzungsdaten (Kerndaten):

Zu 1: Die **Agrarstrukturerhebung (ASE)** wird im 2 bis 6-jährlichen Turnus seit den 1970er Jahren von den statistischen Ämtern durchgeführt. Die ASE besteht aus einem Basismodul, in dem eine Vielzahl von Merkmalen zur Flächennutzung (Art und Fläche der angebauten Kulturen) sowie Tierhaltung (Art und Menge) erfasst werden. Für das Basismodul erfolgt alle 3 bis 6 Jahre eine Vollerhebung, diese wird z. T. ergänzt durch eine Sondererhebung alle 2 bis 3 Jahre auf Basis von stratifizierten Stichproben. Die Daten werden von den statistischen Ämtern meist mit einer maximalen Auflösung von NUTS-II oder NUTS-III² veröffentlicht. Der **Agraratlas** basiert auf den Daten der ASE und nutzt Schätzverfahren, um die Landnutzung und Tierhaltung bis zur Gemeindeebene mit einem zwischen den Jahren und über die regionalen Ebenen konsistenten Rahmen darzustellen.

Zu 2: Das **Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS)** erfasst Verwaltungsdaten, die zur Abwicklung der Agrarförderung im Bereich Landwirtschaft notwendig sind. Die Datenerhebung und -haltung liegt in der Hoheit der Bundesländer. Dies bedingt je nach Bundesland und Förderperiode unterschiedliche Datenformate und -strukturen sowie teilweise auch von Jahr zu Jahr wechselnde Kennungen der Nutzungs- und Tierarten sowie der Maßnahmen. Im InVeKoS werden jährlich Daten aller Betriebe, die einen Förderantrag stellen, erfasst. Erhoben werden alle förderrelevanten Merkmale eines Betriebes, d. h. die Flächennutzungsart der Einzelflächen und deren Größe einschließlich Fördermaßnahmen sowie der Tierbestand im Betrieb. Ergänzt wird dies um grundlegende Informationen zum Betrieb oder dessen Wirtschaftsweise. Seit 2005 werden die Daten georeferenziert, wobei die kleinste räumliche Einheit bis 2017 der Flächenidentifikator (FLIK) war, der je nach Bundesland ein Flurstück, einen Schlag, ein Feldstück oder einen Feldblock repräsentiert. Seit 2018 stellen alle Bundesländer Schlaggeometrien in einer Qualität bereit, die für bundesweite, flächenbezogene Auswertungen geeignet sind. Mit dem Antragsjahr 2023 erfolgt eine wesentliche Änderung der Datenverfügbarkeit und Nutzbarkeit für die Ressortforschung, da eine eindeutige Rechtsgrundlage für die Nutzung der Daten für die Politikberatung, Forschung und Umweltmonitoring gegeben ist (siehe hierzu GAPInVeKoSG³). Die Daten vor 2023 können lediglich über das Forschungsprivileg der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) bzw. zweckgebunden für die Klimaberichterstattung genutzt werden.⁴

Zu 3: Die **Fernerkundung der Offenlandschaft** liefert flächendeckende Daten zu verschiedenen Parametern der landwirtschaftlichen Flächennutzung auf jährlicher Basis (Hauptnutzungsklassen, Zwischenfruchtanbau, Grünlandnutzung, Bodenbedeckung). Aktuell liegen am Thünen-Institut deutschlandweite Karten zu den Hauptnutzungsklassen sowie zu Mahdhäufigkeit und -zeitpunkten für alle Jahre ab 2017 vor. Die Daten werden auf der Rasterebene (Pixel, 10x10 m) generiert und auf der Objektebene (Schlag oder Feldgrenzen) aggregiert. Im Gegensatz zu Daten der amtlichen Statistik und der Agrarförderung decken die Fernerkundungsdaten nicht nur die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) ab, sondern die gesamte Offenlandschaft (landwirtschaftliche Nutzfläche, d. h. inkl. unkultivierter Flächen). Daten aus der Fernerkundung stellen eine zusätzliche Datenquelle zu behördlichen oder hoheitlichen Landnutzungsdaten dar und sind geeignet um Lücken zu schließen (räumlich, zeitlich, thematisch).

Zu 4: Der **Landatlas** ist Teil des Monitorings ländlicher Räume, das darauf abzielt, die Lebensverhältnisse in Deutschland räumlich differenziert aus Sicht der amtlichen Statistik und der Bevölkerung zu erfassen. Hierzu enthält der Landatlas auch Daten zur Landnutzung, insbesondere im Bereich Siedlung und Verkehr, und hieraus

² Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik in der EU. NUTS-II entspricht in Deutschland den Regierungsbezirken, NUTS-III den Kreisen und kreisfreien Städten (vgl. <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/nuts/background>)

³ Gesetz zur Durchführung des im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik einzuführenden Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (GAPInVeKoSG) aus Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil I Nr. 53, vom 17.08.2021 (http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl121s3523.pdf)

⁴ Siehe Ergebnisprotokoll der Amtschefkonferenz der Agrarminister vom 20.01.2022, <https://www.agrarministerkonferenz.de/Dokumente-Beschluesse.html>

modellierte Daten zur Erreichbarkeit von Einrichtungen der Daseinsvorsorge. Im **Landatlas** werden eine Vielzahl von Informationen zu menschlichen Aktivitäten insbesondere außerhalb des Primärsektors vorgehalten. Die Daten werden zum Teil am Thünen-Institut generiert und für Forschungsprojekte und Politikberatung vorgehalten oder sie liegen als open source Daten z. B. beim Statistischen Bundesamt (Destatis) bzw. im Rahmen von Nutzungs-/Lizenzvereinbarungen beim Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), beim Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) u. a. vor.

Zu 5: Die **Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (BZE-LW)** ist die erste bundesweit einheitliche Inventur landwirtschaftlich genutzter Böden. Im Auftrag des BMEL wurden zwischen 2011 und 2018 in einem 8x8 km Raster die Vorräte an organischem Kohlenstoff in landwirtschaftlichen Böden (Ackerland, Grünland und Sonderkulturen) bis in eine Tiefe von einem Meter erfasst und ihre Beeinflussung durch Standort- und Nutzungsfaktoren bewertet. Auch weitere Bodenparameter, wie Textur und pH-Wert wurden erfasst. Die BZE-LW basiert auf der freiwilligen Zusammenarbeit mit 3.104 Landwirt*innen. Diese beinhaltete auch einen Fragebogen, mit dessen Hilfe Daten zur Bewirtschaftung in den letzten 10 Jahren vor initialer Probenahme erfasst wurden. Während die erhobenen Bodendaten öffentlich zugänglich sind, werden die Bewirtschaftungsdaten aus Datenschutzgründen lediglich intern ausgewertet. Zusätzlich liegen durch aufwendige Recherchearbeiten zu jedem Beprobungspunkt auch Daten zur Landnutzungshistorie vor, welche teilweise ins 19. Jahrhundert zurückreichen. Das Thünen-Institut wurde vom BMEL beauftragt, die Beprobungspunkte der BZE-LW in den Jahren 2023 - 2027 erneut zu untersuchen.

Zu 6: Im Rahmen der bundesweiten **Bodenzustandserhebung Wald (BZE-Wald)** werden der Zustand und die Veränderung von Waldböden, Vegetation, Kronenzustand, Waldwachstum und der Waldernährung an ca. 1.900 Stichprobenpunkten (systematisches 8x8 km Raster im Wald) in Deutschland untersucht. Eine Unterstichprobe von ca. 410 Punkten im 16x16 km-Raster ist Teil des UNECE ICP Forests. Im Jahr 2006 fanden Beprobungen zur europäischen Bodenzustandserhebung (BioSoil) statt. Gleichzeitig sind dies Stichprobenpunkte der Waldzustandserhebung (WZE) für den Bundesbericht. Die BZE-Wald ist ein Gemeinschaftsprojekt des Bundes und der Länder. Sie basiert auf bundeslandübergreifend harmonisierten Methoden bei Probennahme und Analytik. Aktuell läuft die dritte Erfassungsrunde der BZE-Wald (2022 bis 2024). Die Ergebnisse werden im Bundesbericht 2028 veröffentlicht.

Zu 7: Die **Bundeswaldinventur (BWI)** ist eine im Bundeswaldgesetz verankerte Inventur des Waldes, die deutschlandweit durchzuführen ist. Die BWI bildet die großräumigen Waldverhältnisse und forstlichen Produktionsmöglichkeiten in Deutschland ab. Ihre Ergebnisse gehen in Berichterstattungen ein und unterstützen forst-, handels- und umweltpolitische Planungen und Entscheidungen. Die BWI ist die Grundlage für die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM), die das Thünen-Institut für Waldökosysteme (WO) durchführt.

Zu 8: Die **Waldzustandserhebung (WZE)** ist eine terrestrische Stichprobeninventur auf einem permanenten systematischen Stichprobenraster (Level-I-Netz). Dabei dient der Kronenzustand als Indikator für die Vitalität der Wälder. Die WZE wird in den westdeutschen Bundesländern seit 1984 und in den ostdeutschen Bundesländern seit 1990 jährlich durchgeführt. Die Monitoringergebnisse fließen in nationale wie internationale Berichterstattungen ein, darunter der Waldzustandsbericht der Bundesregierung, der Agrarbericht, das Statistische Jahrbuch und die UNECE Waldzustandserhebung (Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE), International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests)).

Zu 9: Das **intensive forstliche Monitoringprogramm (Level II)** leitet sich aus dem Bundeswaldgesetz und der Bundesverordnung zum forstlichen Monitoring (ForUmV) ab. Das bundesweite Messnetz dient mit seinen umfangreichen ökologischen Beobachtungen als Stützpunkt für zahlreiche Forschungsprojekte und ist mit anderen, flächenrepräsentativen Monitoring Programmen im Wald z. B. mit der Waldzustandserhebung über die Erfassung des Kronenzustands verknüpft. Die Beobachtungen geben Aufschluss über die Vitalität, Produktivität und Veränderung des Waldes. Die Monitoringergebnisse fließen in nationale wie internationale

Berichterstattungen ein, darunter: Berichterstattung der Länderinitiative Kernindikatoren, Berichterstattung zur NEC-Richtlinie (Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe).

Zu 10: Die **Fernerkundung der Wälder** liefert flächendeckende Daten zu Parametern der Waldnutzung. Die hier aufgeführten Fernerkundungsprodukte sind ein Auszug dessen was in unseren Waldmonitoring- und Waldinventurvorhaben entsteht. Sie definieren die Landnutzung der Wälder (Waldmaske), bestimmen die Produktivität und Vitalität des Waldes (Karte bestockter Holzboden) und informieren über die Baumartenzusammensetzungen (Karte dominierende Baumarten). Daten aus der Fernerkundung stellen für das forstliche Monitoring eine zusätzliche Datenquelle zu stichprobenbasierten Erhebungen dar und sind geeignet um räumliche und zeitliche Lücken zu schließen.

2.2 Landnutzungsrelevante Daten

Landnutzungsrelevante Daten umfassen im Sinne dieses Berichts weitere georeferenzierte Forschungsdaten, Geobasisdaten und Geofachdaten, die für die Erstellung, Analyse oder Bewertung von Daten der Landnutzung grundsätzlich (z. B. in Form von räumlichen und/oder semantischen Verschneidungen) von Interesse sind (Tabelle 2). Ein wesentlicher Aspekt sind Daten zu abiotischen Standortfaktoren (wie Boden und Wetterdaten). Ferner wird am Thünen-Institut eine Vielzahl von Daten genutzt, die Landnutzung und Bodenbedeckung außerhalb der land- und forstwirtschaftlich genutzten Fläche beschreiben (Tabelle 2, Zeilen 6 bis 12). Insbesondere für die landwirtschaftlich genutzte Fläche liegt eine Vielzahl an weiteren Datenquellen vor, die insbesondere Rückschlüsse auf die Nutzungsintensität und die wirtschaftliche Inwertsetzung der Flächen zu lassen (Zeile 13 bis 15). Des Weiteren werden Informationen zu weiteren Nutzungsansprüchen an die Landschaft außerhalb der Siedlungs- und Verkehrsflächen (z. B. Trinkwassergewinnung oder Biodiversitätsschutz) vorgehalten (Zeilen 16 bis 19).

Eine wichtige Quelle für landnutzungsrelevante Daten sind digitale Geodaten verschiedener Bundesbehörden. Hier sind insbesondere die **digitalen Geodaten** des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (**BKG**) zu nennen, die dem Thünen-Institut als Bundesbehörde zur Verfügung stehen. Die Daten werden vom BKG für die Bundesbehörden im aktuellen Fortführungsstand vorgehalten, eine Archivierung im engeren Sinne erfolgt nicht. Die Datenhaltung – insbesondere für ältere Datenstände – erfolgt deshalb in besonderen Fällen und auf Projektebene durch das Thünen-Institut. Zu den wichtigsten Datensätzen für Monitoring, Forschung und Politikberatung am Thünen-Institut gehören hierbei das Digitale Basis-Landschaftsmodell (**Basis-DLM**) sowie das abgeleitete Landbedeckungsmodell für Deutschland (**LBM-DE**).

Neben dem BKG besteht eine enge Kooperation im Rahmen der Datenbereitstellung mit dem Deutschen Wetterdienst (**DWD**). Der DWD stellt dem Thünen-Institut neben dem freien Zugang zu vielen Klimadaten eine Reihe von abgeleiteten Parametern für das Stationsnetz sowie abgeleitete und regionalisierte Daten in Form von Rasterdaten gebunden an Nutzungsvereinbarungen bereit.

Das Statistische Bundesamt (**Destatis**), in Verbindung mit den Statistischen Ämtern der Länder, ist ein weiterer wichtiger Datenerzeuger und Lieferant auf Bundesebene. Neben den Daten zur Flächennutzung aus der Agrarstrukturerhebung sind hier vor allem die Daten zur Ernte- und Betriebsberichterstattung (EBE) zu nennen. Über das Agrarland hinaus liefert Destatis mit dem Ökosystematlas und der diesem zu Grunde liegenden Ökosystemklassifikation einen neuen Datensatz zur bundesweiten Beschreibung von umweltökonomischen Gesamtrechnungen (Ökosystemrechnungen). Im Rahmen der Regionalstatistik werden weitere landnutzungsrelevante Daten bereitgestellt und u. a. im Landatlas genutzt. Im Rahmen der laufenden Raubeobachtung stellt das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (**BBSR**) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung (INKAR) bereit, die im Landatlas und für das Monitoring ländlicher Räume genutzt werden.

Tabelle 2: Sonstige georeferenzierte Forschungsdaten, Geobasisdaten oder -fachdaten, die am Thünen-Institut vorliegen

	Nr.	Bezeichnung	Abkürzung	Bereitstellung durch	weitere Information
Abiotische Faktoren	1	Digitale Höhenmodelle	DHM	BKG	Link
	2	Bodenübersichtskarte 1:200.000	BÜK200	BGR	Link
	3	Karte der organischen Böden		Thünen (AK)	Link
	4	Bodenschätzung/Bodenwertzahlen		Länder	
	5	Deutscher Wetterdienst - Beobachtungsdaten	DWD	DWD	Link
Landnutzung und Bodenbedeckung	6	CORINE Land Cover	CLC	EU / BKG	Link
	7	Copernicus Land Monitoring Service (High Resolution Layers)	CLMS-HRL	ESA / EU	link
	8	Digitales Basis-Landschaftsmodell	Basis-DLM	BKG	Link
	9	Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland	LBM-DE	BKG	Link
	10	Ökosystemklassifikation		Destatis	Link
	11	OpenStreetMap: Water/Wetlands, Streets, Landuse	OSM	Thünen (AK), Openstreetmap	Link
	12	Land use/cover area frame survey	LUCAS	Eurostat	Link
Landwirtschaft	13	Testbetriebsnetz-Landwirtschaft/Farm Accountancy Data Network	TBN/FADN	Thünen (BW), EU	Link Link
	14	Ernte- und Betriebsberichterstattung	EBE	Destatis	Link
	15	Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere	HIT	Länder	Link
Weitere Nutzungsansprüche	16	Schutzgebiete nach Naturschutzrecht		BfN, Länder	Link
	17	Schutzgebiete nach Wasserhaushaltsrecht		BfG, Bundesländer	Link
	18	Mit Nitrat belastete und eutrophierte Gebiete		UBA	Link
	19	Marktstammdatenregister	MaStR	Bundesnetz-agentur	Link

Zu 1: Die Vermessungsverwaltungen der Länder erstellen die **Digitalen Höhenmodelle (DHM)** (entweder Digitale Oberflächenmodelle oder Digitale Geländemodelle) aus Daten, die durch flugzeuggestützte photogrammetrische Aufnahmen oder Laserscanning-Messverfahren gewonnen werden. DHMs beschreiben die Geländeformen der Erdoberfläche oder der darauf befindlichen Objekte durch eine Punktmenge, die in einem regelmäßigen Gitter angeordnet und in Lage und Höhe georeferenziert ist. Das BKG führt die Daten der Länder zu bundesweit einheitlichen Modellen in verschiedenen Gitterweiten (1, 5, 10, 25, ... m) zusammen.

Zu 2: Die **Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK200)** wird von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zusammen mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesländer erstellt und gemeinsam mit der AG Boden des Bund/Länder-Ausschusses Bodenforschung herausgegeben. Sie stellt die Verbreitung von Bodengesellschaften in Deutschland bundesweit einheitlich dar und besteht aus den Geodaten und einer Sachdatenbank mit Informationen zu jeder Bodengesellschaft. Die Sachdatenbank enthält unter

anderem Informationen zu Bodentyp, Bodenart, Bodenausgangsgestein, Humus- und Carbonatgehalt, Schicht- und Horizonttiefe sowie Grundwasserstand.

Zu 3: Die **Karte der organischen Böden (2023)** stellt die Flächenkulisse der Moor- und weiteren organischen Böden in Deutschland dar. Sie enthält u. a. harmonisierte Informationen zu verschiedenen Kategorien von organischen Böden, zur anthropogenen Überprägung durch Tiefpflügen oder Aufbringung von Mineralboden, zur Mächtigkeit der Torfhorizonte und zu den unterliegenden Schichten. Sie wurde vom Thünen-Institut aus Karten und in Abstimmung mit den zuständigen Länderbehörden erstellt und ist Open Access (Wittnebel et al. 2023).

Zu 4: Die **Bodenwertzahlen** wurden als Kennzahl für die Bodengüte im Rahmen der Bodenschätzung nach dem Bodenschätzungsgesetz erhoben. Sie geben Auskunft über die natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich nutzbarer Flächen in Deutschland. Die Bodenwertzahlen werden aus Informationen zur Bodenart, der geologischen Entstehung des Bodens, der Zustandsstufe und den allgemeinen Klima- und Wasserverhältnissen ermittelt. Die Wertzahlen beziffern das Verhältnis der Ertragsfähigkeit der geschätzten zur ertragsfähigsten Bodenfläche mit der Wertzahl 100 für den besten Ackerstandort bzw. der Wertzahl 88 für den besten Grünlandstandort. Die Ergebnisse der Bodenschätzung sind in digitaler Form auf Länderebene über das Amtliche Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) verfügbar und werden am Thünen-Institut im Rahmen von Forschungsvorhaben aufbereitet und verwendet.

Zu 5: Der **Deutsche Wetterdienst (DWD)** stellt seine **Beobachtungsdaten** und daraus abgeleitete Datensätze frei oder im Rahmen von individuellen Nutzungsvereinbarungen zur Verfügung. Dies beinhaltet gemessene Parameter an den DWD-Stationen und gleichgestellten Partnernetzstationen und hieraus abgeleitete Parameter an den Stationsstandorten (seit 1961). Weiterhin werden regionalisierte Daten in Form von Rasterfeldern für Deutschland und Europa sowie Mittelwerte aus diesen Daten für die einzelnen Bundesländer und für Gesamtdeutschland angeboten. Die Daten werden am Thünen-Institut in einem Datenbanksystem als regionalisierte Rasterdaten (1x1 km) vorgehalten.

Zu 6: **CORINE Land Cover (CLC)** ist ein europaweiter Datensatz zur Landbedeckung. Er wird von der Europäischen Umweltagentur beauftragt und kostenfrei im Rahmen des Copernicus-Programms zur Verfügung gestellt. Mit Hilfe dieses Datensatzes, der für die Stichjahre 1990, 2000, 2006, 2012 und 2018 verfügbar ist, können Landbedeckungsveränderungen detektiert und europaweit einheitlich erfasst werden. Für den europäischen Maßstab werden Flächen ab einer Mindestkartiereinheit (MKE) von 25 Hektar in 44 Klassen betrachtet. Für Deutschland liefert das BKG im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) ein hochauflösendes CLC-Produkt mit einer MKE von 5 Hektar auf Grundlage des LBM-DE (siehe unten) für die Bezugsjahre 2012, 2015 und 2018.

Zu 7: Der Copernicus-Landüberwachungsdienst (**Copernicus Land Monitoring Service**) stellt Daten-produkte zum Monitoring der Landoberfläche und von Binnengewässern bereit, die aus Fernerkundungsdaten des Copernicus-Programms erstellt werden. Es handelt sich um Daten, die den Zustand und Veränderungen der Landbedeckung, der Landnutzung, des Vegetationszustands, des Wasserkreislaufs und der Energieflüsse dokumentieren. Die Produkte stehen einem breiten Spektrum von Nutzer*innen in Europa und auf der ganzen Welt im Bereich der terrestrischen Umweltsanwendungen zur Verfügung. Die Pan-European High Resolution Layers (**HRL**) stellen spezifische Informationen zu Landbedeckungsmerkmalen sowohl für Wald- als auch für Offenlandbereiche bereit und sind komplementär zu existierenden Datensätzen wie z. B. Corine Land Cover.

Zu 8: Das **Digitale Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM)** ist die Grundlage des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS®) Deutschlands der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder. Das ATKIS® enthält die Beschreibung der topographischen Objekte der Landschaft im Vektorformat. Der Informationsumfang des Basis-DLM orientiert sich am Inhalt der topographischen Karte 1:25.000, weist jedoch eine höhere Lagegenauigkeit ($\pm 3\text{m}$) für die wichtigsten punkt- und linienförmigen Objekte auf. Die Daten werden in einem rollierenden System alle 3 bis 5 Jahre aktualisiert. Die Daten der Basis-DLM der Länder werden vom BKG übernommen und für ein bundeseinheitliches Basis-DLM geprüft, harmonisiert und für

die Abgabe an Bundesbehörden und andere in einer Datenbank verwaltet. Das Thünen-Institut bezieht das Basis-DLM seit 2005 jährlich und speichert diese Datenstände langfristig als Grundlage für die Treibhausgas (THG)-Berichterstattung.

Zu 9: Das **Landbedeckungsmodell für Deutschland (LBM-DE)** wird vom BKG herausgegeben und ist entstanden, um Corine Land Cover für Deutschland aus dem Basis-DLM abzuleiten. Die Geometrien vom Basis-DLM werden mit Hilfe von Satellitenaufnahmen überprüft und aktualisiert. Dadurch entsteht ein lückenloser Datensatz der Landbedeckung mit hoher Aktualität und hoher Qualität. Das erste LBM stammt von 2012 und erschien im Frühjahr 2016, Anfang 2019 erschien das LBM 2015 und im Jahr 2021 das LBM 2018. Im Gegensatz zum Basis-DLM mit seiner fortlaufenden Aktualisierung ist das LBM eine jahresgenaue Aufnahme. Da sich die Methodik von 2012 zu 2015 geändert hat, sind diese Datensätze nur eingeschränkt vergleichbar.

Zu 10: Die nationale **Ökosystemklassifikation** wird als Grundlage für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen von Destatis erstellt. Sie enthält eine vollständige, einheitliche Klassifizierung aller in Deutschland potenziell auftretender Ökosysteme, die sowohl mit internationalen Rahmenwerken als auch den Standards der amtlichen Statistik kompatibel ist. Im Gegensatz zur Flächennutzungsstatistik orientiert sich die Flächenbilanzierung der Ökosysteme hauptsächlich an ökologischen Charakteristiken. Dies bedeutet, dass nicht die Art der Flächennutzung, sondern die ökologische Bedeutung und Relevanz für Ökosystemleistungen im Fokus der Flächenklassifizierung steht. Der derzeitige Datenstand bezieht sich auf das Jahr 2018 sowie Veränderungen zum Bezugsjahr 2015. Die Flächenbilanzierung wird in dreijährlicher Frequenz berechnet und verwendet neben dem LBM-DE weitere Geodatenquellen sowie Satellitenbilder

Zu 11: **OpenStreetMap (OSM)** ist ein freies Projekt, das frei nutzbare Geodaten sammelt, strukturiert und für die Nutzung durch die Allgemeinheit in einer Datenbank vorhält (Open Data). Diese Daten stehen unter einer freien Lizenz, der Open Database License. Die am Thünen-Institut vorliegenden Datenauszüge wurden über die Firma Geofabrik bezogen. Der Straßenlayer wird ab 2020 jährlich bezogen, die Flächenlayer „Wetlands“ und „Landuse“ waren einmalige Bestellungen. Die Linienelemente der Straßenlayer liegen zusätzlich als Flächenlayer aus gebufferten Linien vor (Abschätzung der Breite nach mehreren Attributen des Datensatzes).

Zu 12: **LUCAS (Land use/cover area frame survey)** ist ein Projekt von Eurostat. Auf Basis eines Stichprobensystems (EU: 270.000 bis 340.000 Aufnahmepunkte D: 27.000) werden im 3-jährlichen Turnus seit 2006 Punktinformationen (Aufnahmeradius i. d. R. 1,5 m) zur Bodenbedeckung und Landnutzung erhoben. Die Daten basieren auf Feldbegehungen und der Interpretation von hochaufgelösten Luftbildern. Neben dieser Standarderhebung werden auf einem Teil der Stichprobenkulisse Sondererhebungen durchgeführt. Diese betreffen z. B. die Artenausstattung im Grünland, die Landnutzungs-/ Bodenbedeckungsfolge entlang von Transekten oder den Gehalt an organischem Kohlenstoff im Oberboden.

Zu 13: Das **Testbetriebsnetz Landwirtschaft (TBN)** bzw. **Farm Accountancy Data Network (FADN)** ist eine nationale bzw. eine auf der EU-Ebene harmonisierte Datenbasis. Sie besteht aus Buchführungsdaten repräsentativer landwirtschaftlicher Betriebe; mit ihrer Hilfe sollen Einkommens-, Struktur- und Produktionsentwicklungen dargestellt werden. Das BMEL und die Europäische Kommission nutzen sie intensiv, um die EU-Agrarpolitik auszugestalten und deren Folgen abzuschätzen. Auf nationaler Ebene liefern die Daten eine Grundlage für den jährlichen Bericht „Die wirtschaftliche Lage der landwirtschaftlichen Betriebe“ und für die Erstellung des Agrarpolitischen Berichts über die Einkommensentwicklung und Situation in der Landwirtschaft, den die Bundesregierung laut Landwirtschaftsgesetz⁵ alle vier Jahre vorlegt. Die Aufbereitung und Validierung der Daten aus dem TBN für das FADN erfolgt am Thünen-Institut für Betriebswirtschaft. Das Institut unterstützt des Weiteren die methodische Weiterentwicklung dieser Datengrundlage im Hinblick auf neue (agrar-)politische Fragestellungen.

⁵ Landwirtschaftsgesetz (LwG), siehe <https://www.gesetze-im-internet.de/lwg/BJNR005650955.html>

Zu 14: Die **Ernte- und Betriebsberichterstattung (EBE)** von Destatis erfragt jährlich zu mehreren Stichtagen die voraussichtlichen und endgültigen Erträge, die Vorratsbestände sowie die Herbstaussaat- und Frühjahrsanbauflächen. Abgefragt werden voraussichtliche und endgültige Erträge bei Getreide, Körnermais, Kartoffeln, Ölfrüchten, Hülsenfrüchten, Zuckerrüben, Pflanzen zur Grünenernte, Silomais und Dauergrünland. Die Erhebung erfolgt durch ausgewählte Betriebe, die über die Verhältnisse ihres Betriebes berichten. Die Ergebnisse werden auf die Grundgesamtheit aller Betriebe hochgerechnet und für das Bundesgebiet und die Bundesländer (außer den Stadtstaaten) sowie für ausgewählte Merkmale für Regierungsbezirke und Kreise veröffentlicht.

Zu 15: Das **Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (HIT)** ist ein zentrales elektronisches Datenbanksystem, das der Registrierung von viehhaltenden Betrieben und deren Tierbestände sowie der Tierbewegungen im Bundesgebiet dient. Erfasst werden aktuell Daten für Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen, Equiden sowie Hühner und Puten von Mastbetrieben. Die Datenbank wird im Auftrag der Länder vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) betrieben.

Zu 16: Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) stellt harmonisierte Datensätze zu **Schutzgebieten nach Naturschutzrecht** bereit, die jährlich aus Datensätzen der Bundesländer und des Bundes zusammengeführt werden. Die Schutzgebiete umfassen mehrere, auf dem Bundesnaturschutzgesetz beruhende Kategorien, wie Naturschutzgebiete, Nationalparke, Biosphärenreservate, Landschaftsschutzgebiete und Naturparke sowie die Schutzgebiete gemäß NATURA 2000. Die Kategorien der Schutzgebiete werden als individuelle Layer dargestellt, wobei sich die Schutzgebietskategorien räumlich überlagern und deckungsgleich sein können.

Zu 17: Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) stellt verschiedene Datensätze bereit, die sie im Auftrag der **Wasserwirtschaftsverwaltungen** der Bundesländer verwaltet. Im Rahmen von Landnutzungsanalysen am Thünen-Institut werden folgende Daten genutzt: Wasserschutzgebiete (Trinkwasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete), Überschwemmungsgebiete-DE (nach WHG § 76) und Überflutungsgebiete (Natural Risk Zones, inklusive verschiedener Überflutungswahrscheinlichkeiten, z. B. HQ100, HQ10-HQ30).

Zu 18: Die Düngeverordnung 2020 sieht vor, dass mit **Nitrat belastete bzw. eutrophierte Gebiete** von den Ländern auszuweisen sind. In diesen gelten verschärfte Düngevorschriften, z. B. die Reduzierung des Düngedarfs um 20 % in nitratbelasteten Gebieten. Der Datensatz enthält die Abgrenzung der von Maßnahmen betroffenen Gebieten und wird vom UBA zusammengeführt. Die Gebietskulissen werden alle vier Jahre aktualisiert.

Zu 19: Das **Marktstammdatenregister (MaStR)** wurde im Januar 2021 verpflichtend von der Bundesnetzagentur eingeführt. Dieses meldepflichtige Register dient zur Erfassung aller energieerzeugenden Anlagen in Deutschland. In dem Register werden nicht nur energieorientierte Kennzahlen wie die maximale Leistung erhoben, sondern unter anderem auch Angaben zum Standort und zur beanspruchten Fläche. Das Marktstammdatenregister bietet eine umfassende Datenbank, befindet sich aber insbesondere bei der Datenkontrolle noch im Aufbau. Eine georeferenzierte Auswertung ist somit aktuell nur erschwert möglich und es kann zu ungenauen Angaben kommen. Die Daten sind frei verfügbar.

3 Bestehende Ressourcen und Strukturen

3.1 Technische Infrastruktur

Das Thünen-Institut ist dabei, eine übergreifende IT-Infrastruktur für die Speicherung, Verwaltung, Analyse und Bereitstellung von Landnutzungsdaten aufzubauen (Tabelle 3). Das Kernstück dieser Infrastruktur ist die Thünen-Geodateninfrastruktur (**Thünen-GDI**). Diese besteht aus einer Reihe von Komponenten, die (a) die interne Datenverwaltung, (b) den Datenaustausch mit externen Nutzergruppen und (c) die Datenbereitstellung für die Öffentlichkeit ermöglichen. Ein Großteil der verwendeten Komponenten basiert auf etablierten Open-source Projekten. Ein Beispiel hierfür ist die Datenportal-Anwendung GeoNode, welche unter Leitung des Thünen-Instituts gemeinsam mit anderen Forschungseinrichtungen weiterentwickelt und als Basiskomponente für Dateninfrastrukturen verwendet wird. Sie stellt den Kernbestandteil der drei Datenportale TISDAR, TISDEX und Thünen-Atlas dar.

Das Thünen Institute Scientific Data Repository (**TISDAR**) ist die interne Forschungsdaten-Management-Plattform des Thünen-Instituts. Hier können Datensätze hochgeladen und beschrieben sowie von anderen Wissenschaftler*innen im Institut gefunden und verwendet werden. Alle hochgeladenen Datensätze verbleiben Thünen-intern und sind nur für Thünen Mitarbeiter*innen sichtbar. TISDAR beherbergt aktuell über 350 Datensätze in den Bereichen Agrar, Wald und Meere. Hierbei handelt es sich sowohl um eigene bzw. aufbereitete Daten der Landnutzung als auch um Geobasisdaten anderer Bundesbehörden.

Die Thünen Institute Spatial Data Exchange (**TISDEX**) Forschungsdaten-Plattform wird genutzt, um eigene raumbezogene Daten oder raumbezogene Daten Dritter unter Beachtung der rechtlichen Rahmenbedingungen mit Projektpartnern in einem zugriffsgeschützten Raum in der DMZ (Demilitarisierte Zone) auszutauschen. Für den Austausch ist eine Registrierung erforderlich.

Eine weitere Komponente der Thünen-GDI stellt der **Thünen-Atlas** dar. Dieser macht am Thünen-Institut generierte Daten zur Landnutzung sowie zu Lebensverhältnissen in ländlichen Räumen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich. Er stellt die Daten kartographisch dar und in Standardformaten zum Download und über standardisierte Webschnittstellen (APIs) bereit. Die Darstellung erfolgt thematisch gegliedert in vier Atlanten (**Agrar-, Land-, Meeres- und Waldatlas**). Ein weiterer Atlas stellt themenübergreifend Daten zur Landnutzung auf Basis von Satellitenbildern zur Verfügung (**Fernerkundungsatlas**).

Für große Datenmengen und Datenbank-basierte Analysen wird das zentral bereitgestellte Datenbankclustersystem **Databench** verwendet. Die Databench ist eine Thünen-interne ‚database-as-a-service‘ Anwendung und nur aus dem internen Datennetz des Thünen-Instituts zugänglich. Die Databench wird über das **High Performance Cluster (HPC)** auf Basis einer VMware Virtualisierungsumgebung zur Verfügung gestellt. Das System ist in der Lage, virtuelle Maschinen mit jeweils maximal 128 CPU-Kernen (inkl. Hyper-Threading) und bis zu 1 TB RAM bereit zu stellen. Ein Tiering Massenspeicher mit Flash-Speicher sowie Tesla-Grafikprozessoren (GPUs) stehen ebenfalls zur Verfügung. Für die Durchführung von rechenintensiven wissenschaftlichen Berechnungen/Prozessierungsarbeiten von Landnutzungsdaten können auf dem HPC spezifisch angepasste virtuelle Maschinen (VM) bereitgestellt werden. Eine langfristige Datenablage und eine Datensicherung sind im HPC nicht vorgesehen und erfolgen für die Landnutzungs-Datenprodukte über die oben beschriebenen Systeme, welche die fertigen Datenprodukte über Schnittstellen aufnehmen können.

Das Secure Data Cluster (**SDC**) ist eine Sonderlösung, die erhöhten und individuellen Datenschutzbedarfen von bestimmten Landnutzungsdaten Rechnung trägt. Aktuell wird das SDC vorrangig für die Verarbeitung von InVeKoS-Daten genutzt, die dem Thünen-Institut im Rahmen verschiedener und z. T. heterogener Nutzungsvereinbarungen vorliegen. Die Datenhaltung und -verarbeitung erfolgt in VMs, die Ressourcen des Hostsystems teilen, sich jedoch wie eigenständige Rechner verhalten und daher, ohne gezielte Freigabe, nicht auf die Daten anderer virtueller Maschinen zugreifen können. Diese Struktur ist darauf ausgelegt, Daten

unterschiedlicher datenschutzrelevanter Quellen bearbeiten zu können. Sie dient darüber hinaus der Umsetzung des Wunschs der Bundesländer nach einer zentralen Datenbereitstellung der InVeKoS-Daten an das Thünen-Institut und einer Thünen-internen datenschutzkonformen Datenverteilung für unterschiedliche Monitoringvorhaben und Berichtspflichten (z. B. MonViA, Wirkungsmonitoring Dünge-VO, Klimaberichterstattung) und Forschungsprojekte sowie für die Politikberatung.

Tabelle 3: Bestehende (Geo-)IT-Infrastruktur zum Landnutzungsdaten-Management am Thünen-Institut

Nr.	Bezeichnung	Zugänglichkeit	Beschreibung	weiterführende Information
1	TISDAR	Intranet	Portal für die Thünen-interne Datenbereitstellung und -suche	Link (interner Dienst)
2	TISDEX	DMZ	Portal für zugriffsgeschützten Datenaustausch in laufenden Projekten	Link
3	Thünen-Atlas	DMZ	Open-Data Portal für Datenbereitstellung an die Öffentlichkeit	Link
4	Databench	Intranet	Datenbankcluster für große Datenmengen und SQL-basierte Analysen	Link (interner Dienst)
5	HPC (High Performance Cluster)	Intranet	VMs (Linux, Windows) auf HPC für Datenprozessierung	
6	SDC (Secure Data Cluster)	Intranet	VM auf SDC für Datenbank zur Aufbereitung und Speicherung der (InVeKoS-)Daten	
7	Daten-Repositorien	extern	z. B. OpenAgrar	Link
8	externe Infrastrukturen	extern	z. B. externe Cloudanbieter (Landatlas), Server/Datenbanken von internationalen Behörden/Organisationen (z. B. EEA, FADN, IPCC) oder Cloud-Infrastrukturen (z. B. CODE-DE), BSCW	Link (CODE-DE) , Link (BSCW Bund)
9	Sonstige	intern	sonstige Server oder Datenbanksysteme auf Ebene der Fachinstitute	

Über die Thünen-GDI hinaus werden Landnutzungsdaten, deren wissenschaftliche Verwertung einen hohen Stellenwert einnimmt, über Forschungs-Repositorien verbreitet. Das Thünen-Institut ist beteiligt an OpenAgrar, dem gemeinsamen Repositorium der Ressortforschungsinstitute sowie weiterer Bundesbehörden und Einrichtungen im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). In OpenAgrar werden die Veröffentlichungen (Daten, Dokumente) aus diesen Einrichtungen erfasst, verbreitet und archiviert beziehungsweise Dokumente oder Daten erstveröffentlicht. Die dort gespeicherten Dokumente und Publikationsnachweise können von jedem Interessierten recherchiert und in einem verbindlichen rechtlichen Rahmen genutzt werden.

Komplettiert wird die IT-Infrastruktur zum Landnutzungsdatenmanagement durch die vereinzelte Nutzung **externer Ressourcen**. Gründe hierfür sind entweder Projekte, die zunächst als Insellösung konzipiert wurden und sich in einer Transitionsphase befinden oder Projekte bzw. Aufgaben am Thünen-Institut, die Bestandteil von nationalen oder internationalen (z. B. EU-weiten) Verbundstrukturen sind und auf zentralen Cloud-Infrastrukturen aufbauen. Eine best-practice Lösung in diesem Sinne stellt die Cloud-Infrastruktur **CODE-DE** dar. Sie ermöglicht Nutzer*innen von Bundesbehörden einen vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnologie zertifizierten Zugang zu Daten und Diensten des Copernicus-Programms und bietet darüber hinaus hochperformante Dienste für die Cloud-Prozessierung von großen Mengen von Erdbeobachtungsdaten an.

3.2 Organisationsstrukturen

Um innerhalb des Thünen-Instituts die Zusammenarbeit im Bereich Landnutzungsdaten zu strukturieren und die Kräfte zu bündeln, wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Organisationsstrukturen etabliert (vgl. Tabelle 4):

- Die Arbeitsgruppe **Thünen-Geoinformation** hat das Ziel, die Datenverfügbarkeit, -aktualität und -dokumentation zwischen den einzelnen Standorten zu verbessern, indem bestehende und neue Daten in die Thünen-GDI integriert werden.
- Die Arbeitsgruppe **Thünen-Fernerkundung** verfolgt das Ziel, Satellitendaten systematisch für Monitoring-Aufgaben und andere Forschungstätigkeiten am Thünen-Institut in Wert zu setzen, indem flächendeckende Landnutzungsdaten generiert werden (siehe auch Textbox 1).
- Die Servicestelle **Forschungsdatenmanagement** berät zu allen Phasen des Forschungsdatenlebenszyklus' und fördert die Kommunikation zwischen dem Zentrum für Informationsmanagement (ZI) und den Bedarfen der Forschenden.
- Mit Hilfe des **Thünen Agrar-GIS** der Thünen-Institute LV und AK werden GIS-Fachdaten für die projektübergreifende Nutzung beschafft, aufbereitet und bereitgestellt. Die Daten werden für Auswertungen in eine Rasterdatenbank überführt.
- Die Arbeitsgruppe **InVeKoS** beschafft, verwaltet und bearbeitet die Antragsdaten zur Agrarförderung und weitere Daten der Agrarverwaltung für alle Bundesländer und macht sie den verschiedenen Fachinstituten bzw. institutsübergreifenden Arbeitsgruppen verfügbar.
- Der Landatlas als Kern des **Monitorings ländlicher Räume** wird institutsübergreifend von den Thünen-Instituten LV und WI betrieben und stellt die Daten über das Internet kostenfrei zur Verfügung.

Tabelle 4: Organisationsstrukturen am Thünen-Institut, die das Landnutzungsdaten-Management unterstützen

Nr.	Bezeichnung	Organisationsform	Zuständig-keit	Ansprech-person	Infos/Webseite
1	Thünen-Geoinformation(en)	institutsübergreifende AG	ZI	Hoedt	Link
2	Thünen-Fernerkundung	institutsübergreifende AG	BW, WO, WF	Erasmi	Link
3	Servicestelle Forschungsdaten-management	Serviceeinrichtung	ZI	Hoedt	Link (intern)
4	Thünen-Agrar-GIS	institutsübergreifende AG	LV, AK	Röder	Link
5	InVeKoS	fachinstitutsinterne AG	LV	Ackermann	
6	Monitoring ländlicher Räume	institutsübergreifender Arbeitsbereich	LV, WI	Steinführer (LV), N.N. (WI)	Link

Textbox 1: THÜNEN-FERNERKUNDUNG

Die Satelliten-Fernerkundung bietet durch die regelmäßige und flächendeckende Erfassung der gesamten Landoberfläche ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Datengrundlage über die Landnutzung und deren Veränderung. Die flächendeckend abbildende Aufnahme durch Satellitensensoren ermöglicht eine nahtlose Erfassung der gesamten Landoberfläche, unabhängig von Gebietskulissen oder Nutzungsgrenzen. In der Agrarlandschaft decken Fernerkundungsdaten nicht nur die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) ab, sondern die gesamte Kulisse der Offenlandschaft (landwirtschaftliche Nutzfläche, d. h. inkl. unkultivierter Flächen). Für die Waldflächen können mit Hilfe von Satellitenbildern jährlich flächendeckende Informationen zum Zustand, zur Produktivität und zur Vitalität des Waldes generiert werden.

Zusammen mit Daten aus der Agrarstatistik und Agrarförderung (z. B. InVekoS) sowie den Waldinventuren ermöglicht die Fernerkundung eine konsistente Abbildung der Landnutzung in Deutschland mit einer sehr hohen inhaltlichen Differenzierung und räumlicher sowie zeitlicher Auflösung.

Der Fortschritt in der Technologie (Hardware und Algorithmen) sowie der freien Datenverfügbarkeit (z. B. Copernicus-Programm der ESA/EC) ermöglicht heute routinemäßig die deutschlandweite Verarbeitung und Analyse von großen Mengen von Daten und können somit das Monitoring und die Berichterstattung mit Bezug zur Landnutzung auf verschiedenen Ebenen (Bund, Länder) unterstützen. 2019 hat das Thünen-Institut mit der Thünen-Fernerkundung (ThEO – Thünen Earth Observation) begonnen, eine interne Struktur aufzubauen, die es ermöglicht, wiederkehrend (jährlich) bundesweite Daten zu Parametern der Flächennutzung im Offenland und Wald aus dichten Zeitreihen von Satellitendaten zu generieren. Aktuell wird in verschiedenen Machbarkeitsstudien an der Entwicklung von Lösungen für die Bereitstellung von belastbaren Datenprodukten für verschiedene Daueraufgaben (z. B. THG-Berichterstattung, MonViA – Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften) und Pilotprojekte (Erosionsmonitoring) gearbeitet. Darüber hinaus liegen aus Forschungsprojekten bereits bundesweite Produkte (z. B. Karten der landwirtschaftlichen Hauptnutzungs-klassen, Karten der Hauptbaumarten) vor, die derzeit im Hinblick auf die Verstetigung und Qualitätssicherung für Monitoringaufgaben optimiert werden. Die enge Verzahnung von (methodenorientierter) Forschung und (anwendungsbezogener) Entwicklung sowie die wissenschaftliche Inwertsetzung (Publikation) der Forschungsergebnisse befördert die Sichtbarkeit der Arbeiten der Thünen-Fernerkundung und bedient externe Bedarfe für die am Thünen-Institut generierten Produkte. Durch die freie Lizenzierung und das Teilen von Daten und Produkten wurden in den letzten zwei Jahren zahlreiche Kooperationen initiiert und das Thünen-Institut wird als Kontaktstelle für flächendeckende Landnutzungsdaten wahrgenommen. Unterstützt wird die positive Außenwirkung durch strategische Kooperationen mit Partnern aus der Wissenschaft (z. B. Humboldt-Universität zu Berlin). Die Thünen-Fernerkundung steht somit exemplarisch für eine Verbundstruktur, die, initiiert durch interne Prozesse und Bedarfe, die Ziele für das Landnutzungsdatenmanagement am Thünen-Institut sowohl im Hinblick auf den Aufbau transparenter, interner Strukturen als auch im Hinblick auf die Außenwahrnehmung unterstützt.

Bei der Weiterentwicklung des Landnutzungsdatenmanagements sind neben diesen Thünen-internen Organisationsstrukturen auch die bereits bestehenden, externen Beziehungen und Kooperationen zu beachten. In Tabelle 5 sind zum einen Einrichtungen im Geschäftsbereich des BMEL gelistet, die die am Thünen-Institut verwalteten und generierten Daten und Produkte zur Landnutzung nutzen oder als Multiplikatoren agieren. Zum anderen werden Einrichtungen anderer Ressorts aufgeführt, die flächenhaft und bundesweit Daten zur Landnutzung generieren oder nutzen und mit denen ein einschlägiger Austausch besteht.

Das Fachzentrum für Geoinformation und Fernerkundung der BLE bietet mit dem Geoportal GDI-BMEL einen zentralen GDI-Knoten für die Einrichtungen des **BMEL**-Geschäftsbereiches, um verschiedene Geodaten und Metadaten aus dem Geschäftsbereich des BMEL über voreingestellte Kartendienste und Geodatenkataloge sichtbar zu machen. Es unterstützt zudem das BMEL bei fachlichen und organisatorischen Aufgaben zum Thema Geodaten und Landnutzungsdaten. Mit dem Datenportal für die Landwirtschaft stellt das BMEL einen zentralen Zugangspunkt zu allen offenen Daten seines Geschäftsbereiches und ausgewählten Daten anderer Ressorts zur Verfügung.

Das Umweltbundesamt ist die offizielle Anlaufstelle und Koordinierungsstelle für die Treibhausgas-berichterstattung in Deutschland, die der Zuständigkeit des **BMWK** unterliegt. Für die Sektoren LULUCF und

Landwirtschaft liefert das Thünen-Institut im Rahmen des Nationalen Systems zur Emissionsberichterstattung jährlich die Emissionsinventare auf Basis der aktuellen Daten zur Landnutzung. Weiterhin verantwortet es im Auftrag des **BMUV** die Berichterstattung zu NEC-Richtlinie (National Emission Ceiling Directive, Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmenge für bestimmte Luftschadstoffe) an die EU. In diese Berichte gehen ferner zahlreiche Datensätze aus Waldzustandserhebungen und dem intensiven forstlichen Monitoring ein. Im Geschäftsbereich des BMUV ist ebenfalls das Nationale Monitoringzentrum zur Biodiversität (NMZB) angesiedelt. Hier bestehen Anknüpfungspunkte zur Vernetzung mit laufenden Aufgaben am Thünen-Institut, u. a. für die Kulisse der Offenlandschaft, für die im Rahmen der Daueraufgabe MonViA und im Zuge der Erstellung der Emissionsinventare flächendeckende Aktivitätsdaten zur Landnutzung und Lebensraumvielfalt generiert werden.

Eine weitere enge Verknüpfung besteht im Geschäftsbereich des **BMI** zum Statistischen Bundesamt (Destatis). Destatis ist durch die Erhebung und Bereitstellung der statistischen Daten im Bereich „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“ und insbesondere zur Flächennutzung ein unverzichtbarer Lieferant für Daten der Landnutzung und deren Veränderung als Grundlage für die Politikberatung. Mit dem Forschungsdatenzentrum des Bundes und der Länder (FDZ) stellt Destatis zudem einen Zugang zu Mikrodaten der Landnutzung bereit, die am Thünen-Institut für Monitoringaufgaben, Politikberatung und Forschungsvorhaben in Wert gesetzt werden. Andererseits hat sich das Thünen-Institut durch den Aufbau von Kompetenzen im Bereich der Erdbeobachtung zu einem Partner für Destatis im Bereich der Ökosystemgesamtrechnungen entwickelt, indem bundesweit flächendeckende Daten der Landnutzung und Nutzungsintensität für die Berechnung der Zustandsbilanz in der Agrarlandschaft bereitgestellt werden. Darüber hinaus bestehen zu Destatis regelmäßige Austausche, insbesondere über den Deutschlandatlas, zur Servicestelle Gleichwertige Lebensverhältnisse in Deutschland und zu den Fachabteilungen mit Bezug zu den im Deutschlandatlas verwendeten Indikatoren.

Im Rahmen des Deutschlandatlases, aber auch des Landatlases, bestehen zum Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im BBR, das zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (**BMWSB**) gehört, regelmäßige Austausche. Das BBSR liefert mit den Informationen und Karten zur Raumentwicklung (INKAR) auch wichtige landnutzungsrelevante Daten.

Tabelle 5: Bestehende Verwaltungs- und Organisationsstrukturen zum Management und zur Nutzung von Landnutzungsdaten im Ressort und in anderen Bundesministerien

Nr.	Bezeichnung	Geschäftsbereich	Ansprechperson im Thünen-Institut (Institut)	Infos/Webseite (extern)
1	Geodatenmanagement (Fachzentrum für Geoinformation und Fernerkundung)	BLE, Ref. 521	Hoedt (ZI)	Link
2	Datenportal für die Landwirtschaft	BMEL, Ref. 824	Hoedt (ZI)	Link
3	Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität (NMZB)	BMUV	Dieker (BD)	Link
4	UBA - Nationale Koordinierungsstelle zur Emissionsberichterstattung	BMWK/ BMUV	Fuß (AK)	Link
5	Destatis (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei)	BMI	Röder (LV)	Link
6	Destatis (Ökosystemgesamtrechnungen)	BMI	Erasmi (BW)	Link
7	Forschungsdatenzentrum des Bundes und der Länder (FDZ)	BMI	Gocht (BW)	Link
8	Informationen und Karten zur Raumentwicklung (INKAR) (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung)	BMWSB	Osigus (LV)	Link
9	Destatis (Regionalstatistik/Servicestelle Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse in D)	BMI	Osigus (LV)	Link

3.3 Personelle Ressourcen

Das schnelle Wachstum der Nachfrage und Verfügbarkeit von Landnutzungsdaten hat dazu geführt, dass in den einzelnen Fachinstituten Arbeitsgruppen entstanden sind, die sich zunächst als ‚Insellösung‘ des jeweils spezifischen Bedarfs der Forschung und Politikberatung angenommen haben. Durch die feste Verankerung der Thünen-GDI im Zentrum für Informationsmanagement konnte in den vergangenen Jahren ein Migrationsprozess initiiert werden, der übergeordnete Komponenten des Landnutzungsdatenmanagement technisch-administrativ zusammenführt, ohne hierbei die bewährten Strukturen auf Ebene der Fachinstitute zu verwerfen. Vielmehr zielt die Zentralisierung der Geo-IT-Infrastruktur darauf ab, vorhandenes Potenzial durch die Identifizierung und Nutzung von Synergien in Strukturen und Arbeitsabläufen bestmöglich in Wert zu setzen. Aktuell sind am Thünen-Institut Mitarbeiter*innen im Umfang von ca. 10 - 12 Vollzeitäquivalenten unbefristet vorrangig (d. h. als Schwerpunkt Ihrer Tätigkeiten) für das Landnutzungsdatenmanagement tätig. Die Stellen verteilen sich auf fünf Fachinstitute (AK, BD, BW, LV, WO) und das ZI. Ergänzt wird dieses Stammpersonal durch Mitarbeiter*innen, die als (nachrangigen, aber relevanten) Teil ihrer Aufgaben als Ansprechperson für einen Bereich (z. B. Infrastruktur oder Datensatz) innerhalb des Landnutzungsdatenmanagement fungieren. Darüber hinaus bringt weiteres i. d. R. befristetes Personal in Projekten Stellenanteile in die Weiterentwicklung von Komponenten des Landnutzungsdatenmanagement ein.

4 Aktuelle Aufgaben und zukünftige Herausforderungen

4.1 Relevanz der Landnutzungsdaten für aktuelle Aufgaben

Die Daten zur Landnutzung liefern die Grundlage für eine Reihe von Aufgaben am Thünen-Institut. In Tabelle 6 sind die institutsübergreifenden Gruppen, Projekte sowie Daueraufgaben am Thünen-Institut aufgelistet und Themenbereichen zugeordnet, die weiter unten beschrieben sind. Daueraufgaben bezeichnen Aufgaben, die dem Thünen-Institut vom BMEL formal übertragen wurden, und Langzeitprojekte sind Aufgaben, die befristet sind und länger als 5 Jahre laufen. Ergänzt wird die Auflistung mit aktuell wichtigen Pilotprojekten sowie Modell- und Demonstrationsvorhaben, die auf die Verfügbarkeit von bundesweiten Daten der Flächennutzung angewiesen sind und die auf eine Daueraufgabe abzielen.

Tabelle 6: Aufgaben am Thünen-Institut, die auf die Verfügbarkeit von (bundesweiten) Landnutzungsdaten angewiesen sind

Themenbereich	Aufgaben	Projekt-Typ	Institute	Ansprechperson	Information
Treibhausgase/ Klima	THG-Berichterstattung Landw.	DA	AK/WO/HF	Fuß ¹	Link
	Treibhausgasmonitoring Wald	DA	WO	Dunger ²	Link
	Moorbodenmonitoring Offenland ²	PP	AK	Tiemeyer ³	Link
	Moorbodenmonitoring Wald	PP	WO	Wellbrock ²	Link
	Ertrag-Klimafolgen	DA	KB	Söder ⁴	Link
	HumusKlimaNetz	MuD	KB	Heidecke ⁴	Link
Gemeinsame Agrarpolitik (GAP), Ordnungs- recht	Weiterentwicklung GAP	DA	LV/BW/MA/ BD	Röder ⁵	Link
	Evaluierung der 2. Säule der GAP	LZP	LV/BW	Grajewski ⁵	Link
	Wirkungsmonitoring Dünge-VO	PP	LV	Zinnbauer ⁵	
	Erosionsmonitoring	PP	KB	Steinhoff-Knopp ⁴	Link
Biodiv	Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA)	DA	BD/LV/BW/ AT	Dauber ⁶	Link
Inventare	Bundeswaldinventur	DA	WO	Riedel ²	Link
	Datenportal ICP Forests ³	DA	WO	Kirchner ²	Link, Datenportal
	BZE-Landwirtschaft ⁴	LZP	AK	Poeplau ³	Link
	BZE-Wald	LZP	WO	Wellbrock ²	Link
Ländliche Räume	Monitoring ländlicher Räume	DA	LV/WI	Steinführer ⁵	Link

¹emissionsinventare@thuenen.de, ²wo@thuenen.de, ³ak@thuenen.de, ⁴kb@thuenen.de, ⁵lv@thuenen.de, ⁶bd@thuenen.de,
DA=Daueraufgabe, PP=Pilotprojekt, MuD=Modell und Demonstrationsvorhaben, LZP=Langzeitprojekt

Zu den zentralen Daueraufgaben des Thünen-Instituts, die auf der Verfügbarkeit von bundesweiten Daten zur Landnutzung aufbauen, gehört die jährliche Erstellung der Emissionsinventare in den Sektoren Landwirtschaft und Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) inkl. der Projektionen zur zukünftigen Emissionsentwicklung im Rahmen der **Treibhausgasberichterstattung**. Die Berichterstattung dient der Erfüllung internationaler, europäischer und nationaler Berichtspflichten der Bundesregierung. Sie berichtet für die gesamte deutsche Landesfläche (einschließlich Siedlungen und Binnengewässer) und stellt die Basis zur Beurteilung des Fortschritts bei der Erreichung von Klimaschutzzielen dar. Das Umweltbundesamt publiziert

jährlich aggregierte Daten des Thünen-Instituts. Darüber hinaus stellt das Thünen-Institut detailliertere Daten (z. B. auf Ebene der Bundesländer) als Zeitreihen bereit. Diese Datenbereitstellung wird unter Nutzung der Thünen-GDI beständig ausgebaut sowie die Zugänglichkeit verbessert. Im Rahmen der Entwicklung der Berichterstattung und im Einklang mit steigenden Anforderungen und internationalen Regelwerken werden detailliertere Daten zur Landnutzung benötigt, die durch die Strukturen des Landnutzungsdatenmanagement aufbereitet und bereitgestellt werden. Insbesondere die Abbildung von Minderungsmaßnahmen (z. B. Carbon Farming, Wiedervernässung von Mooren) erfordert georeferenzierte Daten in einer erheblichen Detailtiefe, die bisher nur teilweise aus vorhandenen Datenquellen abgeleitet werden können. Hier müssen die notwendigen Datengrundlagen etabliert und mit anderen Landnutzungsdaten konsistent zusammengeführt werden. Erhebliche zukünftige Herausforderungen und Chancen ergeben sich aus der Verfügbarkeit immer detaillierterer und hochwertigerer Fernerkundungsdatenprodukte. Die Treibhausgasberichterstattung nutzt und integriert Geodaten anderer Forschungs- und Monitoringvorhaben (z. B. Bundeswaldinventur, Bodenzustandserhebungen) und definiert daher die Anforderungen an diese mit. Sie stellt damit ein zentrales Element der Verarbeitung von Landnutzungsdaten am Thünen-Institut dar und stellt daraus abgeleitete Daten von hoher gesellschaftlicher und politischer Bedeutung bereit.

Eine weitere zentrale Daueraufgabe im Bereich der Offenlandnutzung ist die Politikberatung zur Weiterentwicklung und Evaluation der **Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP)**. Die GAP ist gegenwärtig das wichtigste Förderinstrument, um eine nachhaltige Landnutzung in der Landwirtschaft in der EU zu erreichen. Über die letzten drei Jahrzehnte haben der Entscheidungsspielraum auf nationaler und subnationaler Ebene und gleichzeitig die Relevanz von Fragen der nachhaltigen Landbewirtschaftung kontinuierlich zugenommen. Das InVeKoS liefert wichtige Informationen zur Umsetzung, Bewertung und Entwicklung von agrarpolitischen Maßnahmen. Es beinhaltet seit mehr als einem Jahrzehnt räumlich detaillierte Informationen zur Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche und ist eine wesentliche Informationsquelle für agrarökologische und agrarökonomische Begleitforschung. Die unterschiedlichen Verwaltungssysteme der Länder bedingen eine aufwendige Harmonisierung, um die Daten für bundesweite Analysen nutzen zu können. Zudem werden ausschließlich landwirtschaftliche Betriebe und Flächen mit Förderung abgebildet. Deshalb werden andere Datenquellen (Agrarstatistik, Fernerkundung) genutzt, um bestehende Lücken zu füllen.

Das Thünen-Institut führt in Kooperation mit dem Julius-Kühn-Institut und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ein bundesweites **Monitoring der biologischen Vielfalt** in Agrarlandschaften durch (MonViA). Neben der Überwachung agrarlandschaftstypischer Organismengruppen wie z. B. Wildbienen beinhaltet das Monitoring die Erfassung des Zustands und der Veränderung der Landnutzung, Agrarstruktur und Lebensraumvielfalt. Zudem werden die Wirkungen von agrarumweltpolitischen Förderinstrumenten und Strategien ermittelt und Handlungsoptionen für eine nachhaltige Landwirtschaft abgeleitet. Daten zur Landnutzung (Fernerkundung, Agrarstatistik, InVeKoS) liefern die Grundlage für ein jährlich bundesweites und flächendeckendes Trend-Monitoring und die Berechnung und Bereitstellung von Biodiversitäts-Indikatoren zur Landnutzungs- und Lebensraumvielfalt in den Agrarlandschaften.

Im Bereich der Waldnutzung führt das Thünen-Institut Daueraufgaben durch, die das **forstliche Monitoring** im Rahmen der Aufgaben der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Umweltmonitoring Wald unterstützen (Waldzustandserhebungen). Die vielfältigen forstlichen Inventuren und Monitoring-Programme am Thünen-Institut, darunter z. B. die Bundeswaldinventur, die Waldzustandserhebung oder die Bodenzustandserhebung im Wald, sind Grundlage für politische Entscheidungen zur Gestaltung unserer Wälder. Wir begleiten systematisch, teilweise seit den 80er Jahren, die ökologische Entwicklung des Waldes und ziehen Rückschlüsse über seine Vitalität und Wirtschaftskraft. Die räumlich differenzierten Zeitreihen sind wesentliche Grundlage für die Politikberatung und erlauben die Bewertung der Auswirkungen von Schadstoffen und Insekten, Analysen über die Auswirkungen der Erderwärmung sowie die Entwicklung von Strategien zum Waldumbau. Gemäß den steigenden Anforderungen und internationale Regelwerke werden auch für die Waldnutzung detailliertere Daten zur Landnutzung benötigt, die räumliche und zeitliche Lücken in den stichproben-basierten Waldinventuren schließen. Fernerkundungs-

daten unterstützen die Aufgaben des Waldmonitorings und liefern jährlich flächendeckende Informationen zum Zustand, zur Produktivität und zur Vitalität des Waldes.

Eine weitere Daueraufgabe stellt das **Monitoring ländlicher Räume** dar, das die Lebensverhältnisse der Bevölkerung in den Blick nimmt und v. a. auf Daten der amtlichen Statistik aufbaut. Für dieses Monitoring kommt auch landnutzungsrelevanten Daten eine Bedeutung zu, insbesondere in den Bereichen Siedlung und Verkehr.

4.2 Zukünftige Herausforderungen einer inhaltlichen Erweiterung

Beim **Blick in die Zukunft** ist festzustellen, dass voraussichtlich **weitere Monitoringaufgaben** (mit Bezug zu Landnutzungsdaten) auf das Thünen-Institut zukommen werden, beispielsweise das Wirkungsmonitoring zur Düngeverordnung oder das Nationale Biodiversitätsmonitoring im Wald (NaBioWald) im Rahmen der Novelle des Bundeswaldgesetzes. Solche Aufgaben, die von der EU, Bund und Ländern beschlossen werden und zu Datenübermittlungen an das Thünen-Institut führen, werden den insgesamt verfügbaren Datenpool von Landnutzungsdaten weiter anreichern. Zugleich erwächst aber auch die Verantwortung, den bereits bestehenden Datenpool (unter Beachtung von Datenschutzbestimmungen) bestmöglich zu nutzen, um die neuen Aufgaben ressourcensparend und mit höchstmöglicher Qualität bewältigen zu können.

Im Bereich der **Politikberatung** ist zu erwarten, dass die Anforderungen an regional differenzierte **Projektionen** und Szenarioanalysen steigen werden. Projektionsberichte sind beispielsweise in der Klimapolitik verpflichtend vorgeschrieben. Hierbei ist es erforderlich, auf der Basis der aktuellen Daten, der bisherigen Entwicklungsverläufe und der aktuell diskutierten Politikmaßnahmen abzuschätzen, welche Haupt- und Nebenwirkungen diese Politikmaßnahmen zukünftig haben werden.

Als Kernaufgabe in der Politikberatung ist die **rückschauende Wirkungsanalyse** von Politikmaßnahmen zu nennen. Bei der Differenziertheit des agrar- und umweltpolitischen Maßnahmenspektrums ist es schwierig, für jede Politikmaßnahme ein eigenständiges Wirkungsmonitoring zu konzipieren. Umso wichtiger wird es, Synergien mit den am Thünen-Institut entwickelten Ansätzen zu nutzen, um Ursache-Wirkungs-Beziehungen von Politikmaßnahmen quantitativ abzuschätzen.

Durch die Digitalisierung entstehen immer bessere Möglichkeiten, Daten aus landwirtschaftlichen Betrieben oder aus Agrarlandschaften mit relativ geringen Kosten zu erheben und zu übermitteln. Dadurch können zahlreiche landwirtschaftliche Betriebe zu „Mitforschenden“ gemacht werden, in dem sie ihre Produktionssysteme nach Maßgabe eines übergeordneten Plans variieren und die daraus resultierenden Ergebnisse an eine zentrale Auswertungsinstanz einspeisen. Ansatzweise wird dieser Ansatz bereits im HumusKlima-Netz und anderen **Pilotprojekten** verfolgt, doch lässt sich diese Kernidee des „**gemeinsamen Experimentierens**“ in der Zukunft noch stark ausbauen.

Vor diesem Hintergrund besteht ein erheblicher **Forschungsbedarf**. Dieser betrifft nicht nur inhaltliche sondern auch methodische Aspekte, z. B. wie können die verschiedenen Quellen am besten kombiniert werden, um möglichst effizient Informationen zur Landnutzung bereitzustellen, oder, wie geht man mit widersprüchlichen Informationen in den einzelnen Datenquellen um. Daneben stellt sich die Frage, welche Lücken in den vorhandenen Datenquellen bestehen und wie diese am sinnvollsten geschlossen werden können. Wenn Ansätze des Data Enrichments genutzt werden, ist zu klären, welche Mindestzahl an Beobachtungen benötigt wird, damit diese Abschätzungen hinreichend belastbare Aussagen liefern.

In ähnlicher Weise lassen sich große, relevante Datenmengen generieren, wenn Menschen zur Mitwirkung in **Citizen Science-Projekten** gewonnen werden können. Das wurde z. B. beim Mückenatlas des ZALF erfolgreich umgesetzt und wird gegenwärtig auch im Wildbienenmonitoring des Thünen-Instituts (MonViA) umgesetzt. Mit Blick auf das Landnutzungsdatenmanagement erwächst aus diesen Entwicklungen die Herausforderung, große Datenmengen zu integrieren, die mit nicht-repräsentativen Erhebungskonzepten gewonnen wurden.

Eine weitere notwendige Ergänzung besteht darin, **Punktdaten** in das Landnutzungsdatenmanagement zu integrieren. Auf diese Weise kann die Erklärungskraft rückschauender Analysen und vorausschauender Projektionen noch einmal deutlich gesteigert werden. Folgende Beispiele deuten die hier liegenden Möglichkeiten an:

- Wenn **Verarbeitungsbetriebe für die Biomasse** (z. B. Sägewerke, Zuckerfabriken, Schlachtbetriebe, Biogasanlagen) angesiedelt oder geschlossen werden, verändert sich das regionale Rentabilitätsgefüge, weil Holz, agrarische Biomasse oder Nutztiere unter Umständen über viel kleinere/größere Distanzen transportiert werden müssen. Das beeinflusst das Produktionsprogramm und mithin die Landnutzung der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe in der Region, was wiederum ökologische Folgewirkungen nach sich zieht (Nährstoffhaushalt, Wasserhaushalt, biologische Vielfalt etc.).
- Die Entwicklung der **Tierhaltung** (Tierarten, Tierbestände, Haltungssysteme) beeinflusst die regionale Futterwirtschaft, die Ammoniakemissionen und das regionale Aufkommen von Wirtschaftsdünger, der sich nur zu relativ hohen Kosten über größere Distanzen transportieren lässt. Daher liefern auch diese tier- und stallbezogenen Daten wichtige Hinweise für die Erklärung und Projektion der Landnutzung.
- In den kommenden Jahren wird ein weiterer kräftiger Zubau an **Wind- und Solarparks** erwartet. Diese Wind- und Solarparks werden sich in vielerlei Hinsicht auf den Zustand der Landnutzung und der Ökosysteme in ihrer Nachbarschaft auswirken. Für eine umfassende, integrierte Wirkungsanalyse ist es wichtig, die konkreten Standorte in die retrospektive und/oder prospektive Landnutzungsanalyse zu integrieren.
- Mit fortschreitendem Klimawandel wird stärker über den Bau von **Wasserrückhaltebecken** diskutiert werden, um Wasser in Überschusszeiten zu speichern und in Defizitzeiten nutzen zu können – auch für die Bewässerung von Agrarflächen. Es ist sinnvoll, bei der Entwicklung von Wassernutzungsstrategien umfassend zu untersuchen, an welchen Standorten der Bau solcher Becken volkswirtschaftlich sinnvoll sein könnte und welche Wechselwirkungen mit der Landnutzung zu erwarten wäre.

Mit Blick auf die Küstenregion besteht eine weitere Herausforderung darin, eine Schnittstelle zwischen dem Landnutzungsdatenmanagement und dem **Meeresraumdatenmanagement** zu entwickeln. Das Thünen-Institut treibt die Entwicklungen in beiden Bereichen voran und kann somit die Bildung geeigneter Schnittstellen von vornherein mitplanen.

4.3 Herausforderungen in der praktischen Umsetzung

Die Vielfältigkeit der Aufgaben im Bereich Landnutzung sowie der aufgezeigten Herausforderungen und Potenziale gehen mit einer Reihe von Herausforderungen bei der **praktischen Umsetzung** des Landnutzungsdaten-Managements am Thünen-Institut einher.

Einige Datenquellen, z. B. Daten der statistischen Ämter oder des deutschen Landschaftsmodells, werden nur in der gerade aktuellen Version von anderen Behörden oder Ämtern zur Verfügung gestellt. Für den Aufbau langer Zeitreihen ist es somit wichtig, diese Daten systematisch abzufragen. Zudem können viele der genutzten Daten nicht ohne eine Datennutzungsvereinbarung bezogen werden. Der Aufwand für die Beschaffung und Aufbereitung hängt wesentlich von der Anzahl der Akteure bei der Datenbeschaffung ab. Daten, die bei allen Bundesländern einzeln abgefragt werden müssen, vervielfachen den Aufwand, nicht nur wegen unterschiedlicher technischer Formate bei der Bereitstellung, sondern auch wegen länderspezifischer Eigenheiten im Datensatz.

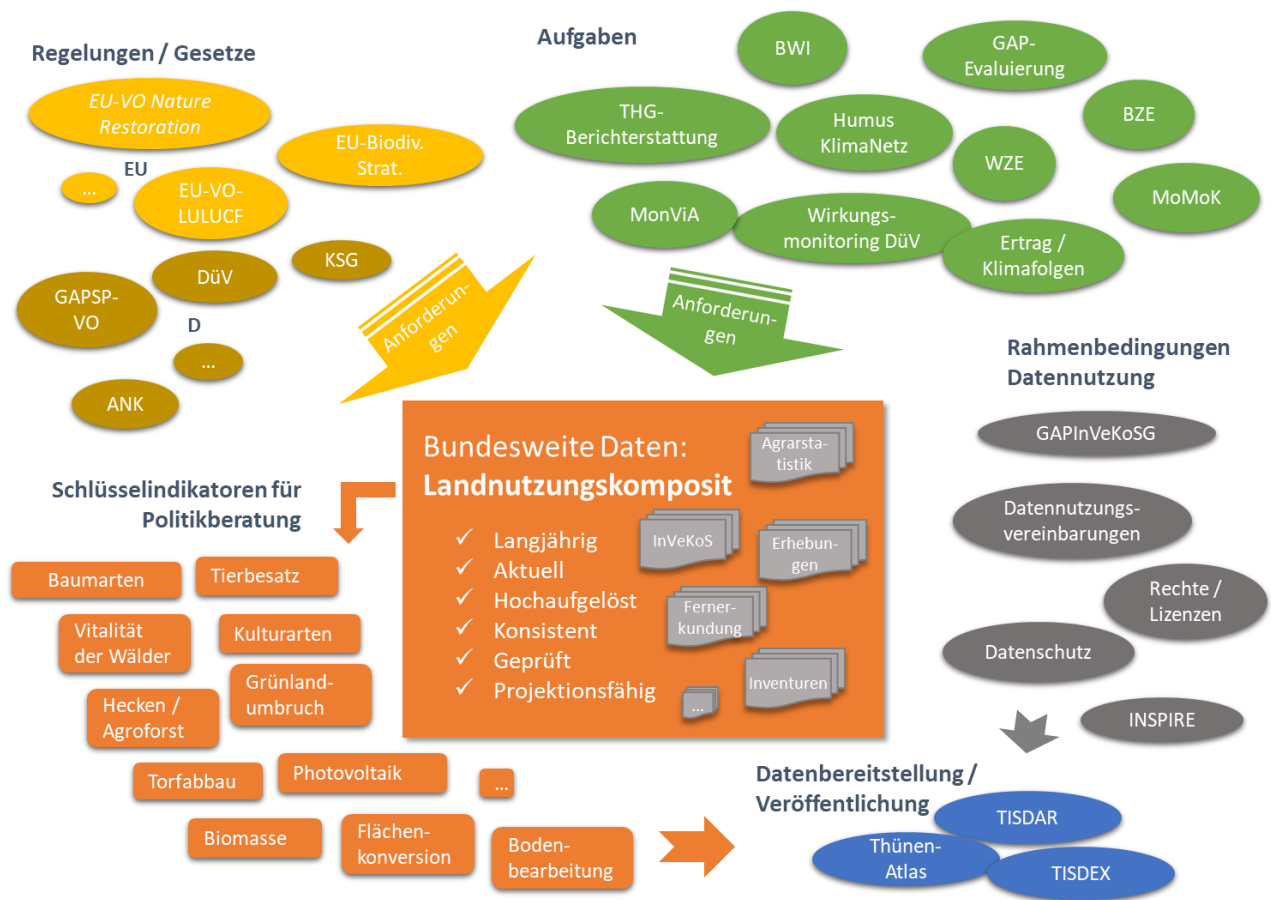
Damit eine zeitreihenfähige Darstellung gelingt, ist es oft notwendig, Lücken zu füllen und Änderungen der regionalen oder inhaltlichen Abgrenzung bzw. bei Formaten und der technischen Übertragungen entsprechend vorzunehmen. Diese zum Teil auch methodischen Entwicklungen zur Konsolidierung von Einzeldatensätzen oder der Harmonisierung verschiedener Datenquellen sind anspruchsvoll, jedoch oft nicht als wissenschaftliche Publikation verwendbar, und deshalb von der universitären Forschung kaum leistbar. Unsere Erfahrungen zeigen, dass ein bundesweiter zeitreihenfähiger Datensatz nur mit entsprechendem personellem und technischem

Aufwand erstellbar ist. Da die verarbeiteten Zeitreihen tendenziell immer länger werden, die beschriebenen Probleme bei der Verarbeitung, Beschaffung und Harmonisierung sich somit wiederholen bzw. neue Probleme auftreten, ist es von zentraler Bedeutung, die Ressourcen effektiv zu nutzen. Ziel muss es sein, Doppelarbeiten durch eine gute Abstimmung zu vermeiden und Arbeitsschritte gut aufeinander abzustimmen, um den verschiedenen Berichtserstattungsverpflichtungen, aber auch anderen Projekten entsprechend gerecht werden zu können.

Bei der Datenaufbereitung und bei der Analyse von Landnutzungsänderungen entstehen sehr schnell sehr große Datenmengen. Um diese zu verarbeiten, sind viele technische und methodische Weiterentwicklungen notwendig. Gegenwärtig erfolgt beispielsweise für InVeKoS-Daten der Aufbau eines homogenisierten Datenbestandes. Dabei ist die Abbildung der Maßnahmen der 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik besonders herausfordernd. Mit dem Start der neuen Förderperiode werden knapp 1.000 verschiedene Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen angeboten. Diese können in unterschiedlichem Umfang auf derselben Fläche kombiniert werden. Somit verliert eine Abschätzung lediglich auf Basis von aggregierten Daten zunehmend an Aussagekraft. Eine zusätzliche Herausforderung bei der Nutzung von InVeKoS-Daten ist der Datenschutz, da es sich um personenbezogene Daten handelt. Hier arbeiten wir gegenwärtig an Ansätzen, eine möglichst breite Nutzung unter Wahrung der datenschutzrechtlichen Anforderungen zu gewährleisten.

Die Darstellung der längerfristigen Herausforderungen und der Potenziale des Thünen-Instituts hat deutlich gemacht, wie wichtig es ist, die zunächst als „Insellösungen“ gestarteten Monitoring-Aktivitäten schrittweise in ein integriertes Gesamtkonzept zu überführen. Diese Integration stellt jedoch eine äußerst komplexe Gesamtaufgabe dar, die mit den wenigen zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht leicht zu erledigen ist. Abbildung 1 bringt diese Komplexität für die Integration der bereits jetzt bestehenden Aufgabenfelder (grün) des Thünen-Instituts zum Ausdruck, d. h. viele der oben genannten künftigen Entwicklungslinien sind dabei noch gar nicht berücksichtigt.

Abbildung 1: Aktuelle Aufgaben am Thünen-Institut mit Bezug zum Landnutzungsdaten-Management und deren Integration im Kontext regulatorischer Anforderungen und rechtlicher Rahmenbedingungen



Quelle: eigene Darstellung

5 Entwicklung eines Zielbilds und einer Roadmap

5.1 Zwischenfazit

Aus den bisherigen Darlegungen lässt sich folgendes **Zwischenfazit** ziehen:

- Das Thünen-Institut ist für verschiedene **Monitoringaufgaben** zuständig, aus denen flächendeckende Datensätze mit Bezug zur Landnutzung resultieren. Außerdem hat sich das Thünen-Institut vielfältige Zugänge zu anderen **flächendeckenden Datensätzen** erschlossen, um seine Aufgaben in der Politikberatung erfüllen zu können.
- Das Thünen-Institut führt eine Vielzahl von **Forschungsaktivitäten** durch, die sich mit der Erschließung von diversen Datenquellen zur Landnutzung bzw. deren Analyse beschäftigen. Ein Beispiel ist hier die leistungsstarke Arbeitsgruppe zur **Fernerkundung**.
- Das Thünen-Institut agiert als **Datenersteller**, **Datennutzer** oder **Multiplikator** bundesweiter Daten zur Landnutzung. Hierzu gehört auch die Aufgabe, Datensätze aufzubereiten, anzureichern und in geeigneter Weise bereitzustellen (einschließlich Visualisierung). Diese Aktivitäten sind durch zahlreiche Aufgaben des Thünen-Instituts getrieben und zum Teil durch Rechtsgrundlagen förmlich manifestiert.
- Das Thünen-Institut hat bereits in erheblichem Umfang **personelle Ressourcen** sowie eine nachweisbare fachliche Expertise im Landnutzungsdatenmanagement aufgebaut. Außerdem wird es als **Kontaktstelle** für zentrale Datensätze und Themen mit Bezug zur Landnutzung bundesweit (und darüber hinaus) wahrgenommen.
- Für die vielfältigen Aufgaben, die in **mehreren Thünen-Fachinstituten** beheimatet sind, wurden **zunächst jeweils eigenständige Datenmanagementkonzepte** entwickelt. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass die Beschaffung und konsistente Aufbereitung von Landnutzungsdaten mit einem hohen personellen und zeitlichen Aufwand verbunden ist. Ferner hat sich gezeigt, dass für eine Vielzahl von Fragestellungen sehr ähnliche Daten benötigt werden. Daher hat das Thünen-Institut verschiedene Aktivitäten ergriffen, um die Bereitstellung und Aufbereitung von Landnutzungsdaten **institutsübergreifend zu bündeln** und diese Daten über zentrale Institutionen bereitzustellen.
- Inhaltlich bietet die **Zusammenführung verschiedener Landnutzungsdaten** das Potenzial, (a) belastbare und konsistente Aussagen zum Zustand und zu Trends der Landnutzung in Deutschland zu treffen, (b) Ursache-Wirkungsbeziehungen regional differenziert erkennen und analysieren sowie (c) standortspezifische Projektionen und Szenarioanalysen vornehmen zu können. Solche integrierten Analysen und Projektionen tragen zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn bei, sind aber auch eine wichtige Voraussetzung für eine leistungsfähige wissenschaftliche Politikberatung. Das Thünen-Institut verfügt hier über besonders **günstige Voraussetzungen zur interdisziplinären Analyse**, weil es sein weit gefächertes inhaltliches Kompetenzprofil einbringen kann (Ökologie, Produktionstechnik, Sozioökonomie).

5.2 Zielbild

Bei dieser Ausgangslage strebt das Thünen-Institut an, den bereits eingeschlagenen Weg zu einem **integrierten Landnutzungsdatenmanagement** konsequent fortzusetzen. Diese Entwicklung dient der kontinuierlichen Verbesserung der eigenen Aufgabenerfüllung in den verschiedenen Fachinstituten, und sie soll bestmöglich in die nationale und internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit eingebettet werden.

Inhaltlich wird sich das Thünen-Institut, seinen fachlichen Kernkompetenzen entsprechend, auf die **land- und forstwirtschaftliche Landnutzung** (Bodennutzung) sowie auf für die Lebensverhältnisse in **ländlichen Räumen** relevante Landnutzungsdaten und die Integration der umfassenden und heterogenen Daten in einer Gesamtkulisse für **Offenlandschaft und Wald auf der integrierten Landschaftsebene** konzentrieren. Dies umfasst sowohl die Kerndaten der Landnutzung als auch die landnutzungsrelevanten Daten inklusive der Daten

zu Lebensverhältnissen in ländlichen Räumen. Diese Betrachtung wird erweitert auf **Schnittstellen** zu anderen Landnutzungsdomänen (z. B. Siedlung, Wasser) und Raumnutzungsoptionen bzw. Flächenansprüchen (z. B. Energie, Erholung).

Als Bundesforschungsinstitut legt das Thünen-Institut hierbei seinen Fokus darauf, die verschiedenen Datenquellen zur Landnutzung zu einer **konsistenten und flächendeckenden Abbildung** für das **Gesamtgebiet der Bundesrepublik Deutschland** zusammenzuführen. Hierzu werden **Methoden (weiter)entwickelt**, um verschiedenste Datenquellen zu erschließen bzw. zusammenzuführen und so eine bessere Abbildung zum Status der Landnutzung und der ablaufenden Veränderungen zu ermöglichen. Die Zusammenführung verschiedener Datenquellen zu einem **Landnutzungskomposit** (siehe Textbox 2) ist eine wichtige Zukunftsinvestition. Die Wahrnehmung dieser Aufgabe ist zwar gegenwärtig sehr zeit- und ressourcenaufwändig, doch schafft sie die Grundlage dafür, den immer stärker wachsenden Bedarf an bereits aufbereiteten Datensätzen zu befriedigen und in der Zukunft **qualitätsgeprüfte, konsistente Datensätze** für ganz Deutschland gegebenenfalls auch **kurzfristig verfügbar** machen zu können. Das ist insbesondere für die Politikberatung wichtig, weil die politischen Instanzen erfahrungsgemäß wissenschaftliche Analysen oft mit kurzer Fristsetzung einfordern. Die Landnutzungskomposite bilden die **Grundlage für konsistente Trendanalysen** und sind damit eine wichtige Grundlage für die Ableitung von Indikatoren der Landnutzung im Hinblick auf verschiedene Handlungsfelder (Agrarpolitik, Klima, Boden, Biodiversität etc.).

Das **Datenmanagement** im Thünen-Institut wird **auch künftig eine vernetzte Aufgabe** sein, da die inhaltlich-fachlichen Kompetenzen an verschiedenen Fachinstituten und Standorten liegen. Die Herausforderung besteht darin, (a) diese Kompetenzen auch in der Zukunft bestmöglich zu nutzen sowie übergreifend zu vernetzen und (b) zugleich darauf hinzuwirken, dass alle Teilaufgaben des Datenmanagements, bei denen eine Zentralisierung zur Nutzung von Synergieeffekten sinnvoll ist, auch **schrittweise zentralisiert** werden. Schrittweise deshalb, weil in diesem Prozess die Arbeitsfähigkeit der (räumlich verteilten) Arbeitsgruppen permanent sichergestellt bleiben muss.

Vorteile einer Zentralisierung werden insbesondere bei den Kernaufgaben im Bereich der Informationstechnologie gesehen (z. B. IT-Ressourcen, -Sicherheit, -Schnittstellen). Hierzu gehört auch die mit vorliegenden Richtlinien und Gesetzen zur Datenbereitstellung bzw. Daten Zugangsregelung für Bundesbehörden **konforme** Speicherung und Verwaltung der Daten sowie die **Datenbereitstellung**. Hier sind für Geodaten oder Umweltinformationen besondere Regeln zu beachten (z. B. INSPIRE/GeoZG⁶). Dies trifft auch und im Besonderen auf die InVeKoS-Daten der Bundesländer zu. Insbesondere im Hinblick auf die Umsetzung und Einhaltung der Regelungen durch das Umweltinformationsgesetz (UIG⁷) sowie auf den rasant wachsenden Bestand von Landnutzungsdaten, die am Thünen-Institut gehalten werden, ist mit zunehmenden Anfragen an das BMEL oder das Thünen-Institut zu rechnen. Diese werden nur zeitnah bearbeitet werden können, wenn die personellen Ressourcen zur Bereitstellung der Daten und Prüfung rechtlicher Aspekte vorhanden sind. Unabhängig davon sind die Systeme zur Haltung der Daten und die Prozesse zu deren Bereitstellung von Anfang an so zu konzeptionieren, kontinuierlich inhaltlich weiterzuentwickeln und auf dem Stand der Technik zu halten, dass die Bearbeitung möglichst geringe personelle Ressourcen bindet. Gemeinsam mit dem BMEL ist abzuwägen, welche Strukturen erforderlich sind, um solche Anfragen professionell bedienen zu können.

Das Thünen-Institut bekennt sich zu einer offenen Datenpolitik, nach der öffentlich finanzierte Daten grundsätzlich umfassend der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt werden, sofern eigentums- und persönlichkeitsrechtliche Vorschriften dem nicht entgegenstehen. Wichtig ist daher die Verfügbarkeit zentraler Kompetenzen im Bereich der **rechtlichen Rahmenbedingungen für die Datennutzung und -weitergabe**. Dies umfasst sowohl die fachliche Expertise bei der Beurteilung von juristischen Sachverhalten (z. B. Datenrechte, -

⁶ <https://www.gesetze-im-internet.de/geozg/index.html>

⁷ http://www.gesetze-im-internet.de/uig_2005/index.html

lizenzen, -nutzungsvereinbarungen, Gesetze) als auch die technische Umsetzung rechtlicher Anforderungen (technischer Datenschutz). Betroffen sind insbesondere nicht frei verfügbare und personenbeziehbare Daten (z. B. InVeKoS-Daten zu Betrieben bzw. zur Flächennutzung für bestimmte Bundesländer, Mikrodaten der Agrarstatistik, z. T. Erhebungsdaten), bei denen vielfach ein Spannungsfeld zwischen den internen und externen Bedarfen zur Nutzung der Daten, den oben genannten Anforderungen an die Bereitstellung von Geodaten- und Umweltinformationen für Dritte und den Anforderungen des Datenschutzes besteht.

Die veränderte Detailtiefe und Menge der Daten ermöglichen neue Ansätze für die Analyse von Veränderungen der Landnutzung in Abhängigkeit von den verschiedensten natürlichen und sozio-ökonomischen Faktoren. Dazu werden die vorhandenen Analyseansätze weiterentwickelt, um unser Verständnis von den Prozessen, die zu Landnutzungsänderungen führen, zu verbessern, die Relevanz der einzelnen Prozesse besser zu quantifizieren und somit unsere Politikberatung auf eine noch solidere empirische Basis zu stellen.

Textbox 2: LANDNUTZUNGSKOMPOSIT

Grundlegend für die Analyse der Landnutzung ist eine konsistente, möglichst detaillierte (sowohl inhaltlich als auch räumlich) und belastbare Datengrundlage. Die in Tabelle 1 und teilweise in Tabelle 2 genannten Datenquellen stellen jeweils für sich wichtige Informationen bereit. Allerdings beschreiben sie die Nutzung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen nur in räumlichen oder inhaltlichen Teilaspekten und unterschiedlicher Detailtiefe, aber jeweils nicht die gesamte Flächennutzung. So haben die InVeKoS-Daten eine hohe Detailtiefe hinsichtlich der angebauten Kulturen, der gehaltenen Tiere und umgesetzten Fördermaßnahmen. Diese Informationen liegen nur für Betriebe vor, die Zahlungen aus der GAP beantragen. Die Fernerkundung liefert zwar flächendeckende Daten, sie kann aber keine Informationen z. B. zur Tierhaltung als wichtiger Einflussgröße für die Landnutzung und gegenwärtig auch nur ansatzweise zu wichtigen Intensitätsparametern liefern.

Gegenwärtig arbeiten wir daran, die verschiedenen relevanten Datenquellen zu einem räumlich verortbaren **Landnutzungskomposit** zusammenzuführen, das regional differenzierte Auswertungen und regionalisierte Darstellungen ermöglicht. Dabei soll die gesamte Landnutzung in Deutschland erfasst und abgebildet werden. Im Fokus steht zunächst eine möglichst exakte und detaillierte Abbildung der landwirtschaftlichen Nutzung, mittelfristig ist eine Erweiterung auf die gesamte Bodennutzung (Landwirtschaft und Wald, z. T. Siedlung und Verkehr) angestrebt. Wichtige Schritte hierbei sind die Harmonisierung von Dateninhalten aus verschiedenen Quellen und die Interpolation der Ergebnisse, u. a. durch die Einbeziehung von Verfahren des Data-Enrichments.

Die konsistenten, harmonisierten und deutschlandweiten Landnutzungskomposite der einzelnen Jahre werden in einem Datenbanksystem zur Landnutzung zusammengeführt.

5.3 Roadmap

Das Landnutzungsdatenmanagement entwickelt sich innerhalb und außerhalb des Thünen-Instituts sehr dynamisch. Daher erscheint es sinnvoll, den Zukunftskurs des Thünen-Instituts im Bereich Landnutzungsdatenmanagement im **Sinne einer „Roadmap“** vorzuzeichnen, die die wesentlichen Handlungsfelder lediglich grob umreißt und die konkrete Maßnahmenausgestaltung dann den zuständigen Instanzen überantwortet. Nur so wird es möglich sein, mit der erforderlichen Flexibilität auf Änderungen der Rahmenbedingungen zu reagieren.

Die wesentliche organisatorische Maßnahme, die kurzfristig ergriffen werden soll, ist die Etablierung einer **fachinstitutsübergreifenden Organisationsstruktur**, in der sich die Hauptakteure aus dem Aktivitätsfeld „Landnutzungsdatenmanagement“ regelmäßig und systematisch austauschen. Diese Organisationsstruktur soll sich konzeptionell an bestehenden Strukturen orientieren, die die agrar- und sozioökonomischen Institute in Braunschweig seit langem bei der modellgestützten Politikfolgenabschätzung im Agrar- und Ernährungssektor erfolgreich betreiben (Thünen-Institut, 2021). Wesentliche Bausteine für eine solche Struktur im Bereich Landnutzungsdatenmanagement existieren bereits: (a) die Thünen-weiten informellen Zusammenschlüsse „AG Geoinformation“ und „Thünen-Fernerkundung“, (b) die im Aufbau befindlichen zentralen Strukturen der

Servicestelle Forschungsdatenmanagement, (c) etablierte Einrichtungen, die bisher an Fachinstituten angesiedelt sind (Thünen-Agrar-GIS, AG InVeKoS, u. a.).

Der **Verbund „Thünen-Landnutzungsdaten“** soll folgende **Kernaufgaben** wahrnehmen:

- Gegenseitiger Informationsaustausch mit dem Ziel einer schrittweisen Vernetzung der bestehenden Aktivitäten (in Bezug auf die Erfordernisse von Forschung, Politikberatung und Monitoring).
- Zentraler Kontaktpunkt innerhalb des Thünen-Instituts für die Formulierung von Anforderungen an das Landnutzungsdatenmanagement und für die transparente Kommunikation von Erwartungen und Entscheidungen zur Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Landnutzungsdaten.
- Weitere Schärfung und inhaltliche Umsetzung des Konzepts eines kohärenten Gesamtbilds zur Landnutzung in Deutschland (Landnutzungskomposit). Dies beinhaltet auch die Zusammenführung der Bereiche Offenland und Wald, die Integration weiterer Raumnutzungen (z. B. Meeresraumnutzung), die Integration von Punktdaten zur Wertschöpfung und die weiter als bisher gehende Integration von Daten zu Lebensverhältnissen in ländlichen Räumen.
- Entwicklung von Vorschlägen, wie die übergreifende strategische Weiterentwicklung des Themenbereichs Landnutzungsdaten bestmöglich in Einklang mit den Entwicklungen in den Fachinstituten und ihren Aufgabenbereichen gebracht werden kann. Dies beinhaltet auch die Formulierung von Prioritäten, die hinsichtlich einer Thünen-weit abgestimmten Ressourcenplanung zum Landnutzungsdatenmanagement zu setzen sind.

Als **weitere Handlungsfelder** der Thünen-Roadmap zur Weiterentwicklung des Landnutzungsdatenmanagements sind zu nennen:

- Der **Ausbau der Vernetzung** innerhalb der Forschungslandschaft im Bereich Landnutzung. Ein wesentlicher Baustein ist der Ausbau von Kooperationen mit universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in **Forschung und Entwicklung** sowie auf Ebene der **Behörden des Bundes und der Länder** zum Datenaustausch und mit dem Ziel der Vernetzung und Nutzung von Synergien. Dieser erfolgt sowohl auf inhaltlicher Ebene als auch auf technischer Ebene, z. B. für die gemeinsame Weiterentwicklung der open-source Komponenten der Thünen-GDI. Hier ist das Thünen-Institut durch verschiedene **institutionelle Verbünde** (z. B. Think Tank Digitalisierung) und projektbezogene Kooperationen (z. B. KiDa, FAIRagro) im Bereich **Digitalisierung**, Methoden (z. B. Künstliche Intelligenz) und Forschungsdateninfrastrukturen aktiv in aktuelle Entwicklungen und Aktivitäten eingebunden, die eine hohe Relevanz für das Landnutzungsdatenmanagement haben. Die Kooperationen zielen auf eine nachhaltige und langfristige Vernetzung und den Kompetenzaufbau innerhalb des Geschäftsbereichs des BMEL und darüber hinaus ab.
- Die **Bündelung von Aktivitäten** im Bereich Landnutzungsdaten in Deutschland. Die Erfahrungen am Thünen-Institut haben gezeigt, dass die konsistente Aufbereitung von Landnutzungsdaten über die Zeit mit einem hohen personellen und zeitlichen Aufwand verbunden ist. Ferner werden für eine Vielzahl von Fragestellungen sehr ähnliche Daten benötigt. Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, die verschiedenen Aktivitäten im Bereich der Generierung und Analyse von bundesweiten Landnutzungsdaten zu bündeln. Das Thünen-Institut ist als einer von mehreren Akteuren in der Forschungslandschaft Ansprechpartner, Kooperationspartner und Multiplikator für Forschung, Politik und Öffentlichkeit im Hinblick auf die Nutzung, Interpretation sowie übergreifende wissenschaftliche Verwertung von Landnutzungsdaten in Deutschland. Das Thünen-Institut sieht sich in der Verantwortung an den Entwicklungen sowohl im technisch-methodischen als auch im anwendungsorientierten Kontext mitzuwirken, um zu wissenschaftlich belastbaren und konsistenten Aussagen zur Landnutzung in Deutschland beizutragen.
- Die Schaffung von verbindlichen Rahmenbedingungen und **Regelungen zum Datenschutz und zur Datennutzung**. Hier sind entsprechende Prozesse abzustimmen, u. a. durch Verschlinkung von Genehmigungsabläufen und eine erleichterte Ausweitung vorliegender Datennutzungszwecke und -berechtigungen. Gute Praxisbeispiele existieren, beispielsweise die Nutzung der Daten des Testbetriebsnetzes am Thünen-Standort

Braunschweig durch Externe oder die Nutzung von einzelbetrieblichen Daten an den Forschungsdatenzentren der Länder.

- Die **Bereitstellung von Daten** zur Landnutzung **an Dritte**, innerhalb und außerhalb des Ressorts. Die für die Veröffentlichung von Daten vorhandenen Komponenten der zentralen **IT-Infrastruktur** am Thünen-Institut (Thünen-Atlas, TISDEX) und ressortweite Repositorien wie OpenAgrar liefern die Basis für die Recherche, Bereitstellung, Visualisierung von Landnutzungsdaten. Die Bereitstellung folgt hierbei den FAIR-Prinzipien (findable, accessible, interoperable, reusable). Die Datensätze sind mit Metadaten angereichert, verfügen soweit möglich über offene Lizenzen und sind mittels Schnittstellen abrufbar.
- Der verbesserte **Zugang zu den amtlichen Daten der Agrarstatistik**. Das Thünen-Institut setzt sich dafür ein, dass die Nutzungsmöglichkeiten für die Mikrodaten der amtlichen Statistik über die Forschungsdatenzentren **für die Bereiche Landwirtschaft und Umwelt** optimiert werden. Dies betrifft sowohl den Abbau der derzeit vorhandenen technisch-administrativen Hürden als auch die semantische und räumliche Datenebene (z. B. Datenverschneidung mit geokodierten Informationen auf Mikroebene).

Literaturverzeichnis

- Blickensdörfer L, Oehmichen K, Pflugmacher D, Kleinschmit B, Hostert P (in prep.) Large-area tree species mapping across environmental gradients: Combining Sentinel-2 and Sentinel-1 time series with German National Forest Inventory data
- Blickensdörfer L, Schwieder M, Pflugmacher D, Nendel C, Erasmi S, Hostert P (2022) Mapping of crop types and crop sequences with combined time series of Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 data for Germany. REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT 269:112831. doi: 10.1016/j.rse.2021.112831
- Gocht A, Röder N (2014) Using a Bayesian estimator to combine information from a cluster analysis and remote sensing data to estimate high-resolution data for agricultural production in Germany. International Journal of Geographical Information Science 28(9):1744-1764. doi: 10.1080/13658816.2014.897348
- Gömann H, Weingarten P (2018) Landnutzungswandel. In: Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung, Ausgabe 2018 2. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung: pp 1335-1347
- Jacobs A, Flessa H, Don A, Heidkamp A, Prietz R, Dechow R, Gensior A, Poeplau C, Riggers C, Schneider F, Tiemeyer B, Vos C, Wittnebel M, Müller T, Säurich A, Fahrion-Nitschke A, Gebbert S, Jaconi A, Kolata, Hans, Laggner A, et al. (2018) Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland - Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Report 64
- Kroiher F, Schmitz F (2015) Baumarten-Atlas zur dritten Bundeswaldinventur (BWI 2012) = Tree Species Atlas of the Third National Forest Inventory (BWI 2012). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Working Paper 49
- Krüger I, Sanders T, Holzhausen M, Schad T, Schmitz A, Strich S (2020) Am Puls des Waldes : Umweltwandel und seine Folgen: ausgewählte Ergebnisse des intensiven forstlichen Umweltmonitorings, BMEL, 51 p, zu finden in <https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00064361> [zitiert am 4.4.2023]
- Küpper P (2016) Abgrenzung und Typisierung ländlicher Räume. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Working Paper 68
- Laggner B, Orthen N, Osterburg B, Röder N (2014) Ist die zunehmende Biogasproduktion die alleinige Ursache für den Grünlandschwund in Deutschland? – eine Analyse von georeferenzierten Daten zur Landnutzung. RuR 72(3). doi: 10.1007/s13147-014-0278-7
- Langner N, Oehmichen K, Henning L, Blickensdörfer L, Riedel T (2022) Bestockte Holzbodenkarte 2018. Johann Heinrich von Thünen-Institut
- Lorenz M, Englert H, Dieter M (2019) The German Forest Strategy 2020: Target achievement control using National Forest Inventory results. Ann. For. Res. 61(2):129. doi: 10.15287/afr.2018.1185
- Neuenfeldt S, Gocht A, Heckeley T, Ciaian P (2019) Explaining farm structural change in the European agriculture: a novel analytical framework. European Review of Agricultural Economics 46(5):713-768. doi: 10.1093/erae/jby037
- Neumeier S (2017) Regionale Erreichbarkeit von ausgewählten Fachärzten, Apotheken, ambulanten Pflegediensten und weiteren ausgewählten Medizindienstleistungen in Deutschland - Abschätzung auf Basis des Thünen-Erreichbarkeitsmodells. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Working Paper 77
- Poeplau C, Don A, Flessa H (2022a) Bodenzustandserhebung Landwirtschaft. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Project Brief 2022/02

- Poeplau C, Jacobs A, Don A, Vos C, Schneider F, Wittnebel M, Tiemeyer B, Heidkamp A, Prietz R, Flessa H (2020) Stocks of organic carbon in German agricultural soils—Key results of the first comprehensive inventory. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 183(6):665-681. doi: 10.1002/jpln.202000113
- Poeplau C, Prietz R, Don A (2022b) Plot-scale variability of organic carbon in temperate agricultural soils—Implications for soil monitoring#. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 185(3):403-416. doi: 10.1002/jpln.202100393
- Riedel T, Hennig P, Kroiher F, Polley H, Schmitz A, Schwitzgebel F (2017) Die dritte Bundeswaldinventur : BWI 2012; Inventur- und Auswertungsmethoden, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 115 p
- Röder N, Ackermann A, Baum S, Böhner HGS, Laggner B, Lakner S, Ledermüller S, Wegmann J, Zinnbauer M, Strassemeyer J, Pöllinger F (2022a) Evaluierung der GAP-Reform von 2013 aus Sicht des Umweltschutzes anhand einer Datenbankanalyse von InVeKoS-Daten der Bundesländer. Dessau-Roßlau, 288 p. Texte UBA 75/2022
- Röder N, Ackermann A, Baum S, Pöllinger F, Strassemeyer J, Wegmann J (2022b) Evaluierung der GAP aus Sicht des Umweltschutzes: geringe Wirkung, hohe Kosten. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Project Brief 2022/29
- Sanders TGM, Krüger I, Holzhausen M (2020) Das intensive forstliche Monitoring - Level II. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Project Brief 2020/25
- Schwieder M, Wesemeyer M, Frantz D, Pfoch K, Erasmi S, Pickert J, Nendel C, Hostert P (2022) Mapping grassland mowing events across Germany based on combined Sentinel-2 and Landsat 8 time series. *REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT* 269:112795. doi: 10.1016/j.rse.2021.112795
- Steinführer A, Osigus T, Küpper P, Neumeier S, Kreis J (2018) Ländliche Räume im Fokus: der Landatlas als neue Informationsplattform. *IÖR Schr* 76:153-160
- Tetteh GO, Gocht A, Erasmi S, Schwieder M, Conrad C (2021) Evaluation of Sentinel-1 and Sentinel-2 Feature Sets for Delineating Agricultural Fields in Heterogeneous Landscapes. *IEEE Access* 9:116702-116719. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3105903
- Thünen-Institut (2021) Thünen-Modellverbund. Thünen-Institut, zu finden in <<https://www.thuenen.de/de/thuenen-institut/verbundstrukturen/thuenen-modellverbund>> [zitiert am 5.4.2023]
- Wellbrock N, Bolte A (eds) (2019) Status and Dynamics of Forests in Germany. Cham: Springer Nature, 1 online resource 237
- Wellbrock N, Eickenscheidt N, Hilbrig L, Dühnelt P-E, Holzhausen M, Bauer A, Damman I, Strich S, Engels F, Wauer A (2018) Leitfaden und Dokumentation zur Waldzustandserhebung in Deutschland. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Working Paper 84
- Wellbrock N, Makowski V, Bielefeldt J, Dühnelt P-E, Grüneberg E, Bienert O, Blum U, Drescher-Larres K, Eickenscheidt N, Evers J, Falk W, Greve M, Hartmann P, Henry J, Jacob F, Martin J, Milbert G, Riek W, Rückkamp D (2022) Arbeitsanleitung für die dritte Bodenzustandserhebung im Wald (BZE III): Manual on the third Soil Inventory in Forests. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Working Paper 195
- Wittnebel M, Frank S, Tiemeyer B (2023) Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Working Paper 212, DOI:10.3220/WP1683180852000
- Ziche D, Grüneberg E, Hilbrig L, Höhle J, Kompa T, Liski J, Repo A, Wellbrock N (2019) Comparing soil inventory with modelling: Carbon balance in central European forest soils varies among forest types. *Sci Total Environ* 647:1573-1585. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.327

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek
verzeichnet diese Publikationen in
der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet unter
www.dnb.de abrufbar.

Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek
(German National Library) lists this
publication in the German National
Bibliographie; detailed bibliographic
data is available on the Internet at
www.dnb.de

Bereits in dieser Reihe erschienene
Bände finden Sie im Internet unter
www.thuenen.de

Volumes already published in this
series are available on the Internet at
www.thuenen.de

Zitationsvorschlag – Suggested source citation:

Erasmi S, Ackermann A, Bolte A, Dunger K, Elsasser P, Fuß R, Gocht A, Hoedt F,
Klimek S, Neumeier S, Osterburg B, Röder N, Strer M, Weingarten P, Isermeyer F
(2023) Bundesweite Landnutzungsdaten am Thünen-Institut : Sachstand und
Perspektiven. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 41 p,
Thünen Working Paper 213,
[DOI:10.3220/WP1683702994000](https://doi.org/10.3220/WP1683702994000)

Die Verantwortung für die Inhalte
liegt bei den jeweiligen Verfassern
bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are
responsible for the content of
their publications.



THÜNEN

Thünen Working Paper 213

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de
www.thuenen.de

DOI:10.3220/WP1683702994000
urn: nbn:de:gbv:253-202305-dn066325-0