

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

**Sechster Bericht der Bundesregierung über die Fortschritte zur Entwicklung der verschiedenen Felder des Geoinformationswesens im nationalen, europäischen und internationalen Kontext
(6. Geo-Fortschrittsbericht)**

Inhalt

Einleitung	4
Digitalisierung und Nachhaltigkeit	6
1. Digitaler Zwilling Deutschland	7
2. SKD / Servicestelle Fernerkundung	10
3. Landbedeckung für Deutschland –Cop4ALL-DE	11
4. Innovative Fernerkundung für die Bundesverwaltung	14
5. Waldschadenserkenennung in Deutschland: Innovative Erfassung und Überwachung mit Sentinel-2- Satellitendaten.....	17
6. Möglichkeiten des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz und Fernerkundungsmethoden in der Stadtentwicklung – ein Blick auf aktuelle Forschungsprojekte des Bundes	19
7. Modellprojekte Smart Cities – Geobasierte Daten- infrastrukturen und digitale Anwendungen in der integrierten Stadtentwicklung	22
8. BIM Deutschland –Digitales Planen und BIM	24
9. Digitale Geosysteme.....	25

Sicherheit und Krisen	27
1. Die Bedeutung des Digitalen Zwillings Deutschland (DigiZ-DE) des BKG für die Bundeswehr	27
2. Starkregen-Gefahrenbereiche bundesweit präzise identifizieren: Die Hinweiskarte Starkregengefahren des BKG	31
3. Starkregenprodukte und -portale des DWD	35
 Zugang zu Geoinformationen	 37
1. Hochwertige (Geo-)Datensätze – eine wichtige Neuerung in der EU-Datengesetzgebung findet seit Juni 2024 Anwendung	37
2. Nationale Geoinformationsstrategie 2.0	38
3. Schwerpunkt Vorsitz GDI-DE Bund 2023–24	41
4. Dynamische Agrarwetterindikatoren zur Extremwetterprognose in der Landwirtschaft	42
5. Marine Forecast als Planungshilfe für Aktivitäten an und auf See ...	44
6. Umwelt.info – ein Portal für Umwelt- und Naturschutzinformationen	47
7. Datensatz UNESCO-Welterbestätten	48
 Internationale Zusammenarbeit	 49
1. Gründung des Exzellenzzentrums der Geodäsie der Vereinten Nationen (UN-GGCE)	50
2. Geodaten für Entwicklung – Unterstützung des GEO-LDN Flagship, um den Verlust von Böden zu stoppen	51

Schlusswort	54
Abkürzungsverzeichnis	56
Abbildungsverzeichnis	58

Einleitung

Geoinformationen sind von zentraler Bedeutung – in der Vergangenheit, in der Gegenwart und in der Zukunft. Ob in der Mobilität, Landwirtschaft oder Stadtentwicklung, bei der Energiewende oder im Katastrophenschutz: Die Frage nach dem „Wo“ ist jederzeit entscheidend für zielgerichtetes Planen und Handeln. Das Bewusstsein für die Nutzung von Geoinformationen in Anwendungen sowie die Notwendigkeit hierfür ist inzwischen in allen Gesellschaftsbereichen tief verankert. Aktuelle und zuverlässige raumbezogene Daten helfen uns, komplexe Zusammenhänge besser zu verstehen und fundierte Entscheidungen zu treffen. Die Bundesverwaltung nutzt diese Informationen auf vielfältige und immer umfassendere Weise, um die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger zu steigern, Verwaltungsprozesse effizienter zu gestalten und Deutschland zukunftsfähig zu machen.

Mit modernen Methoden wie der Fernerkundung können wir heute Veränderungen der Erdoberfläche nahezu in Echtzeit erfassen. Dabei fallen große Datenmengen an, deren Auswertung eine große Herausforderung für die stetig wachsende Zahl von Anwendungen darstellt. Zur Bewältigung dieser Herausforderung wird zunehmend Künstliche Intelligenz (KI) genutzt. Damit wird nicht nur die kontinuierliche Aktualisierung klassischer Produkte wie topographische Karten optimiert, sondern es werden auch völlig neue Möglichkeiten eröffnet, Informationen zu gewinnen und zu verknüpfen. Die

Bundesverwaltung nutzt diese Möglichkeiten in zahlreichen Anwendungen und Projekten. Im Kapitel „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ werden einige herausragende Leuchtturmprojekte vorgestellt, die durch den Einsatz digitaler Geoinformationen zu einer innovativen, nachhaltigen Verwaltung beitragen. So nutzen wir schon heute Satellitenbilder, um automatisiert den Zustand von Ökosystemen abzuleiten, innerstädtische Potenzialflächen zu detektieren oder Rettungskräfte in Krisensituationen mit hochaktuellen Karten zu unterstützen.

Mithilfe von Geoinformationen sind auch Simulationen zukünftiger Ereignisse zur Unterstützung politischer Entscheidungsprozesse möglich. Dadurch leisten sie einen direkten Beitrag zur Sicherheit der Bevölkerung – sei es durch die Ermittlung von Hochwassergefahren oder durch die Bereitstellung von Informationen für die Einsatzplanung der Bundespolizei oder Bundeswehr, wie im Kapitel „Sicherheit und Krisen“ anschaulich dargestellt wird.

Im Kapitel „Zugang zu Geoinformationen“ wird anhand einer Auswahl von Projekten und Entwicklungen gezeigt, wie sich die Bereitstellung der Geoinformationen verändert. Ein signifikanter und wachsender Anteil der Geoinformationen wird heute als Open Data zur Verfügung gestellt. Der offene Zugang zu Geoinformationen spielt eine zentrale Rolle bei der Förderung technischer und wirtschaftlicher Innovationen in

raumbezogenen Anwendungen, etwa bei der satellitengestützten Steuerung von Erntemaschinen. Die breite Verfügbarkeit hochwertiger Geoinformationen eröffnet Verwaltung, Wirtschaft und Forschung neue Anwendungs- und Innovationsmöglichkeiten. Dadurch werden die vorhandenen Geoinformationen immer stärker für die bestehenden Bedürfnisse genutzt und gleichzeitig werden immer mehr Anwendungsfelder mit konkreten Anwendungen versorgt. Auch die Bürgerinnen und Bürger profitieren unmittelbar von der freien Verfügbarkeit und den damit verbundenen Anwendungen, wie z. B. Geoportal.de oder dem Deutschlandatlas. Durch die kostenlose Bereitstellung dieser Daten wird die Verfügbarkeit von Informationen verbessert und damit die Lebensqualität erhöht und der Alltag erleichtert. Mit Geoinformationen lassen sich beispielsweise Fragen beantworten wie: „Wie weit ist die nächste Grundschule entfernt?“ oder „Gibt es ausreichend Grünflächen in der Stadt?“

Die Bedeutung von Geoinformationen endet jedoch nicht an nationalen Grenzen. Globale Herausforderungen wie der Klimawandel und der Verlust natürlicher Ressourcen erfordern gemeinsames Handeln. Eine enge internationale Zusammenarbeit ermöglicht es uns, Veränderungen auf der Erde (wie z. B. den Anstieg des Meeresspiegels und seine Folgen) besser zu verstehen, gemeinsame Lösungen zu entwickeln und den globalen Austausch von Wissen und Technologien zu fördern. Im Kapitel „Internationale Zusammenarbeit“ werden zwei Projekte mit herausragender internationaler Zusammenarbeit vorgestellt.

Geoinformationen sind in der Gegenwart und für die Zukunft von zentraler Bedeutung – auch für die Bundesregierung. Deshalb ist die Bundesregierung verpflichtet, dem Deutschen Bundestag regelmäßig über den Fortschritt des Geoinformationswesens zu berichten (Bundes-

tagsdrucksachen 14/5323 und 15/809). Seit der Vorlage des ersten Geo-Fortschrittsberichts am 27. Juni 2005 (Bundestagsdrucksache 15/5834) geschieht dies kontinuierlich. Der sechste Geo-Fortschrittsbericht legt den Schwerpunkt auf den Einsatz von Geoinformationen zur Entwicklung einer modernen und resilienten Gesellschaft. Da nahezu alle Lebensbereiche einen Raumbezug haben, würde eine vollständige Darstellung der Entwicklungen im Geoinformationswesen den Rahmen dieses Berichts sprengen. Stattdessen werden innovative Leuchtturmprojekte präsentiert, die einen Überblick über die Fortschritte der letzten Jahre geben. Die öffentlichen Haushalte werden durch den vorliegenden Bericht nicht präjudiziert. Etwaige Mehrbedarfe, die sich aus den genannten Maßnahmen ergeben, sind – unter der Voraussetzung einer Bundeskompetenz – aus den jeweiligen Einzelplänen im Rahmen der geltenden Haushaltsansätze zu decken.

Dieser Bericht zeigt die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Geoinformationen in der Bundesverwaltung und verdeutlicht, wie sie dazu beitragen, eine resiliente, nachhaltige und moderne Gesellschaft zu gestalten. Geoinformationen sind der Schlüssel zu einer zukunftsfähigen Verwaltung – und damit zu einer besseren Zukunft für alle.

Digitalisierung und Nachhaltigkeit

In einer Welt, die sich zunehmend den Herausforderungen des demografischen Wandels, der Ressourcenknappheit, des Klimawandels und des Verlusts der Biodiversität stellen muss, ist die Forderung nach Nachhaltigkeit allgegenwärtig. Gleichzeitig schreitet die Digitalisierung rasant voran und eröffnet nie dagewesene Möglichkeiten, diesen komplexen Herausforderungen zu begegnen. Dabei bietet die Digitalisierung ein enormes Potenzial für eine zukunftsorientierte und resiliente Verwaltung, die unsere Gesellschaft durch die dringend notwendigen Veränderungen leitet. Geoinformationen stehen dabei im Zentrum der Transformation hin zu mehr Nachhaltigkeit. Sie ermöglichen es, räumliche und zeitliche Phänomene zu veranschaulichen und präzise zu analysieren, um datenbasierte Entscheidungen zu treffen.

Moderne Methoden der Datenerfassung, insbesondere der Fernerkundung in Kombination mit Künstlicher Intelligenz (KI) ermöglichen es, große Datenmengen in kurzer Zeit zu sammeln, zu verarbeiten und gegebenenfalls auszutauschen. Dies trägt nicht nur zur Effizienzsteigerung in Verwaltungsprozessen bei, sondern schafft auch neue Möglichkeiten, die digitale Transformation unserer Gesellschaft gezielt zu fördern. Das Einsatzgebiet ist vielfältig und wird durch die Förderung neuer Innovationsprojekte, welche die universitäre Forschung in Anwendungen der Bundesverwaltung integrieren, stetig erweitert. Aktuelle Projekte reichen von der Ableitung der Landbedeckung für das gesamte Bundesgebiet mittels KI-gestützter

Auswertung von Luftbildern über das Monitoring spezieller Ökosysteme oder die Detektion innerstädtischer Potenzialflächen bis hin zur schnellen Bereitstellung aktueller Geoinformationen für die Bundesverwaltung in Krisensituationen.

Die erhobenen Geoinformationen werden beispielsweise genutzt, um digitale Zwillinge zu erstellen, die als virtuelle Abbildungen unserer realen Welt zur Beantwortung verschiedener Fragestellungen beitragen. Digitale Zwillinge unterstützen durch die Verknüpfung von interdisziplinären Daten und die Simulation komplexer raumbezogener Prozesse eine datengestützte politische Entscheidungsfindung. Der Maßstab solcher digitalen Abbildungen reicht von einzelnen Gebäuden im Kontext des Building Information Modeling (BIM) über Smart Cities bis hin zum dreidimensionalen digitalen Zwilling des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) für ganz Deutschland. Auch die Digitalisierung konkreter Fachanwendungen, wie beispielsweise digitale Geosysteme als Werkzeuge für geowissenschaftliche Anwendungen zur Unterstützung der Energiewende, trägt zu einer modernen Bundesverwaltung bei.

Diese innovativen Ansätze ermöglichen es der Verwaltung, flexibel und proaktiv auf die komplexen Herausforderungen der Gegenwart und der Zukunft zu reagieren. Die Digitalisierung in der Verwaltung ist somit ein Schlüsselfaktor für eine resiliente, nachhaltige und bürgerorientierte Zukunft.

1. Digitaler Zwilling Deutschland

Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) entwickelt mit dem „Digitalen Zwilling Deutschland (DigiZ-DE)“ eine Analyse- und Simulationsplattform. Die Grundlage hierfür bilden 3D-Daten aus Laserscanbefliegungen, die ein hochauflösendes Abbild von Deutschland liefern. Der DigiZ-DE unterstützt die Bundesverwaltung dabei, nachhaltige Entscheidungen bei allen raum- und geobezogenen Aufgaben zu treffen. Konkrete Anwendungsbeispiele wie die Walderfassung, die Hinderniserkennung für die Deutsche Flugsicherung und ein begehbare Digitallabor werden bereits getestet.

Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) hat als Geodatenkompetenz- und dienstleistungszentrum des Bundes ein wegweisendes Projekt zur Analyse und Simulation gestartet: Im Jahr 2024 wurde mit der dreidimensionalen Erfassung der Landoberfläche Deutschlands begonnen. Im Jahr 2025 wird diese hochauflösende und dreidimensionale Aufnahme abgeschlossen sein. Der Digitale Zwilling Deutschland ermöglicht Anwenderinnen und Anwendern aus Bundesbehörden wertvolle und erkenntnisfördernde Simulationen aus Umwelt, Sicherheit, Verkehr oder anderen Bereichen. Anhand dieses dreidimensionalen Abbildes der Wirklichkeit können verschiedenste Szenarien untersucht werden. Konkrete Fragen zu Naturschutz, Klimawandel und Nachhaltigkeit können visualisiert und realistisch bewertet werden, um so die Planung und Entscheidungsfindung wirkungsvoll zu unterstützen.

Der Digitale Zwilling Deutschland unterstützt die Bundesverwaltung dabei, die politischen Ziele der Bundesregierung zu erreichen.

Das Projekt „Digitaler Zwilling Deutschland“ gliedert sich in drei Teilprojekte: Aufbau der DigiZ-DE-Plattform, Aufbau des Datenangebots und schließlich Umsetzung der Bedarfe und Anwendungsfälle der Bundesverwaltung. Die DigiZ-DE-Plattform wird Komponenten zum Datenmanagement, zur Datenanalyse und -transformation, zur Datenbereitstellung sowie Entwicklungsumgebungen für die Erstellung nutzerspezifischer Anwendungen enthalten. Für den Aufbau des Datenangebots sind 3D-Daten notwendig, welche aus Luftaufnahmen gewonnen werden. Zur Beschaffung dieser Datengrundlage wurden Laserscanbefliegungen in ganz Deutschland beauftragt. Die Umsetzung von Anwendungsfällen erfolgt anhand der Bearbeitung konkreter Fragestellungen und wird kontinuierlich ausgebaut.

Der Digitale Zwilling Deutschland eröffnet die Möglichkeit, die Vegetationsstruktur im gesamten Bundesgebiet detailliert zu erfassen und so potenziell innovative Ansätze zur Überwachung des Waldzustands zu entwickeln. Zu den Anwendungsfällen, die bisher untersucht wurden, gehört die Verbesserung und Generalisierung der 3D-Baumkronensegmentierung. Das Thünen-Institut hat einen Algorithmus implementiert, der es ermöglicht, in Laub- und Nadelwaldbeständen einzelne Bäume zu erkennen. Das BKG prüft und optimiert dieses Verfahren mit Daten aus der Metropolregion Hamburg. Zukünftig soll dieses Verfahren zur Walderfassung auf größeren Flächen angewendet werden. Das Thünen-Institut hat zudem einen Förderantrag beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) für das Leuchtturmprojekt „ForestPulse“ eingereicht, welchen das BKG als assoziierter Partner mit einer Absichtserklärung (Letter of Intent – LoI) unterstützt.

Deutschland ist verpflichtet, Daten zu möglichen Flughindernissen zu veröffentlichen – eine Aufgabe, die der Deutschen Flugsicherung (DFS) übertragen wurde. Verschiedene Zonen legen fest, ab

welcher Höhe ein Objekt als Flughindernis gilt, wobei jede Zone ihre eigenen Kriterien hat. Flughindernisse können beispielsweise Gebäude oder Windkraftanlagen sein. Die automatisierte Erkennung solcher Hindernisse stellt eine große Herausforderung dar. Derzeit wird untersucht, ob der Digitale Zwilling Deutschland zukünftig genutzt werden könnte, um bundesweit Objekte als Flughindernisse zu identifizieren und zu kategorisieren. Aktuell wird ein „Proof of Concept“ in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) erstellt.

Im Digitallabor wird der Digitale Zwilling Deutschland durch eine 270-Grad-Projektion begehbar und sorgt für ein realistisches Raumerlebnis. Nutzerinnen und Nutzer können im Digitallabor in eine virtuelle Welt eintauchen, wobei die Navigation über Gesten erfolgt und ein intuitives Erforschen der Daten ermöglicht. Das System wird im BKG weiter erprobt und steht künftig den Projektpartnern für verschiedene Bereiche zur Verfügung. Die freie Navigation im dreidimensionalen Raum erlaubt es beispielsweise, Sichtbarkeiten und Blickachsen zu simulieren, was insbesondere für Sicherheitsbehörden von Bedeutung ist.

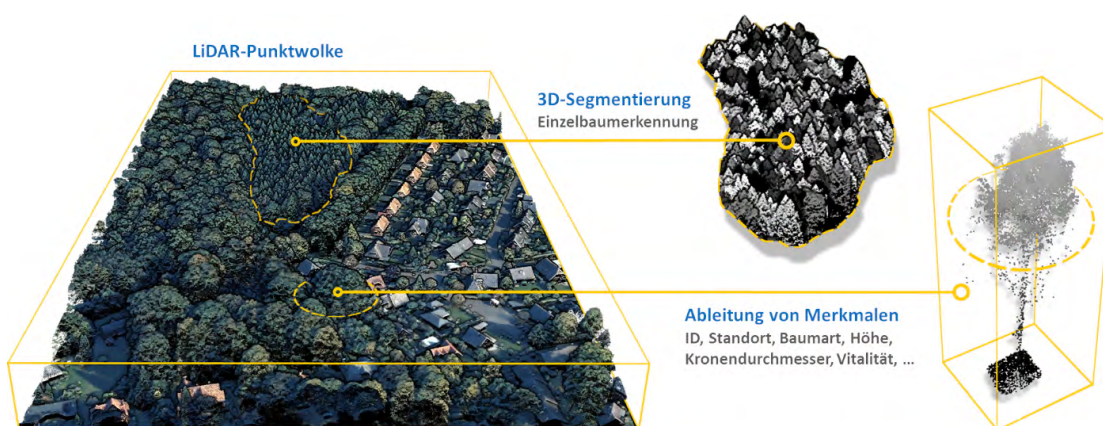


Abbildung 1: Einzelbaumerkennung und die anschließende Ableitung von Merkmalen der Einzelbäume.

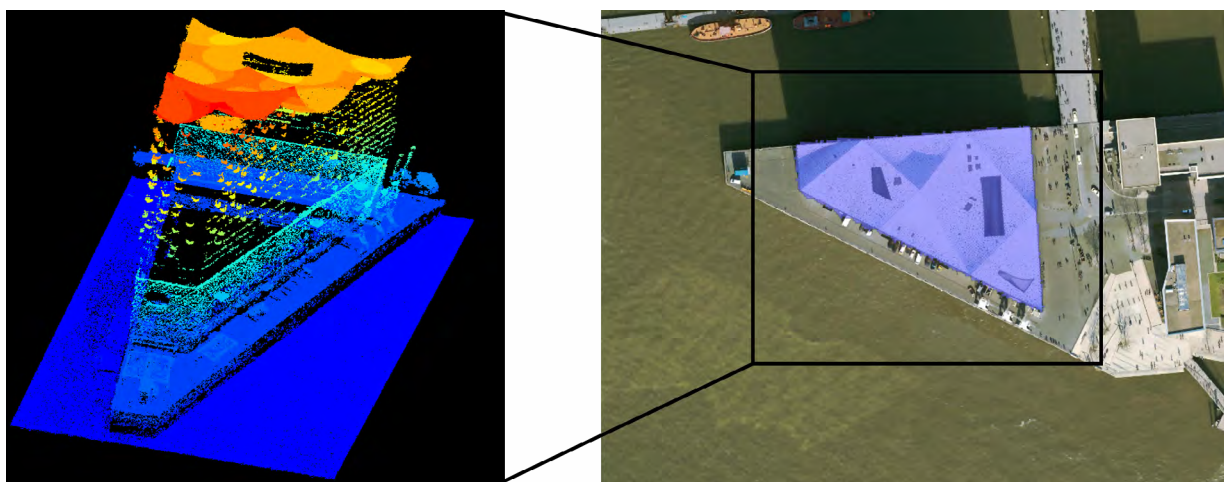


Abbildung 2: Die Elbphilharmonie Hamburg als potenzielles Flughindernis?



Abbildung 3: Das Digitallabor kann Planerinnen und Planern sowie Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern helfen, ihre Szenarien räumlich abzubilden.

Der Digitale Zwilling Deutschland ist ein umfangreiches Leuchtturmprojekt, für dessen Realisierung das BKG auf enge Kooperationen mit Partnerorganisationen wie der Metropolregion Hamburg oder dem Thünen-Institut setzt. Zukünftig sind auch internationale Kooperationen geplant, um auch in den Grenzregionen mit den Nachbarstaaten präzise Simulationen zu ermöglichen. Das Institut national de l'information géographique et forestière (Nationales Institut für geografische und forstwirtschaftliche Informationen von Frankreich, IGN-Frankreich) führt derzeit ebenfalls nationale 3D-Befliegungen in Frankreich durch. Daher findet ein intensiver Wissens- und Datenaustausch zwischen dem BKG und IGN-Frankreich statt, um den gemeinsamen Interessen an der Nutzung hochauflösender Daten für grenzüberschreitende oder grenznahe Anwendungen gerecht zu werden.

Mit dem Digitalen Zwilling Deutschland setzt das BKG als Geodienstleister der Bundesverwaltung eine neue zukunftsorientierte Dienstleistung auf. Diese Dienstleistung wird Bundeseinrichtungen unterstützen, Handlungsalternativen und Zukunftsszenarien umfassend durchzuspielen und zu simulieren, bevor Realisierungsentscheidungen getroffen werden. Damit unterstützt der Digitale Zwilling Deutschland die Bundesverwaltung dabei, den politischen Zielen der Bundesregierung wie der Schaffung gleichwertiger Lebensverhältnisse, der Bekämpfung des Klimawandels, dem Erhalt der Biodiversität und dem Umgang mit dem demografischen Wandel effektiv zu begegnen.

2. SKD / Servicestelle Fernerkundung

Naturkatastrophen, Großveranstaltungen und politische Gipfel haben mehrere Gemeinsamkeiten: Das Ereignis findet in einem definierten Gebiet statt und es sind Menschen davon betroffen, die geschützt oder gerettet werden müssen. Es ist Aufgabe der Bundesverwaltung, sich mit diesen Ereignissen auseinanderzusetzen. Geoinformationen und die Dienstleistungen des BKG sind dabei nicht mehr wegzudenken. Seit über zehn Jahren unterstützt das BKG mit seinem Satellitengestützten Krisen- und Lagedienst (SKD) Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger im Bund in Form von spezifischer Beratung und individuellen kartographischen Produkten. Im Jahr 2021 wurde das Portfolio nach sorgfältigen Vorbereitungen um situative Analyseprodukte basierend auf Fernerkundungsdaten erweitert. Hier stehen den Nutzerinnen und Nutzern des Bundes eigenständig entwickelte Werkzeuge und Fachberatung sowie eine Copernicus-Komponente des Kerndienstes Sicherheit zur Verfügung. Seit 2022 wurde das Portfolio um den Zugriff auf kommerzielle Satellitenbilddaten erweitert. Auch Innovationen zur schnelleren Informationsgewinnung werden vorangetrieben. Mit dem 25-köpfigen Team des SKD steht für die Bundesverwaltung ein kompetenter und zuverlässiger Service – täglich von 8.00 bis 20.00 Uhr – bereit.

Zur Erstellung von Geoinformationsprodukten hat der SKD eine Vielzahl an Daten zur Verfügung. Diese reichen von amtlichen topographischen Daten über Geofachdaten bis hin zu tagesaktuellen Satellitenbildern. Bei Bedarf werden auch neue Geodaten erzeugt, beispielsweise über Kartierungen oder (halb-) automatisierte Analysen. Welche dieser Daten und Analysen in ein Produkt einfließen, wird in einem Beratungsgespräch gemeinsam mit den Nutzerinnen und Nutzern der anfragenden

Behörden erörtert. In der Umsetzung der angeforderten Geoinformationsprodukte zeichnet den SKD vor allem die Schnelligkeit in der Beschaffung und Aufbereitung der benötigten Daten aus. Dabei greift das SKD-Team auf satellitengestützte Fernerkundungsmethoden, Geoinformationssystem-Technologie und kartographisches Know-how zurück. Nicht nur bei den Inhalten setzt der SKD auf Individualität: Auch die Wahl des Mediums – z. B. gedruckte Karte, Webservice oder interaktive Anwendung – orientiert sich an den Bedarfen der Nutzerinnen und Nutzer. Die Bearbeitung von als „Verschlusssache – Nur für den Dienstgebrauch“ (VS-NfD) eingestuften Anfragen ist ebenso möglich. Über 80 Bundeseinrichtungen aus 14 Ressorts fragen die Dienstleistungen des SKD regelmäßig an. Mit fast 400 erfolgreich umgesetzten Aufträgen wird für das Jahr 2023 die bisher höchste jährliche Auftragsanzahl erreicht. Damit hat sich der Trend der vergangenen Jahre fortgesetzt.

Seit Beginn des Jahres 2021 ist der SKD der zivile „Point of Contact“ (PoC, zentraler Ansprechpartner) in Deutschland für den Copernicus SESA (Service on Support to EU External and Security Actions) - ehemals Copernicus SEA (Service on Support to EU External Actions). Damit ist der SKD befugt, Produkte aus Geoinformationen und Satellitenbilddaten für Nutzende aus der Bundesverwaltung beim Europäischen Satellitenzentrum SatGen anzufordern. Hintergrund ist immer ein Anwendungsfall mit Sicherheitsbezug. Da Copernicus SESA – ähnlich wie der SKD – vor allem situative Produkte auf Basis von Satellitenbilddaten erstellt, wird hierdurch die Kapazität für hochspezifische Anfragen beim SKD indirekt verstärkt. Copernicus SESA reiht sich somit passgenau in die anderen Services des SKD ein. Bisher wurden 21 Aufträge über den zivilen PoC Copernicus SESA beim SKD abgewickelt.

Ein weiteres, wesentliches Alleinstellungsmerkmal des SKD ist der Zugriff auf über 50 zivile, z. T. höchstauflösende Satellitensysteme. Dieser umfasst die Recherche in Bilddatenarchiven vom aktuellen Tag bis zu 25 Jahre in die Vergangenheit. Darüber hinaus beauftragt der SKD bei Bedarf auch weltweit Neuaufnahmen von akuten oder planbaren Ereignissen. Seit Mitte 2022 können Bundeseinrichtungen über die von der Servicestelle Fernerkundung im SKD bereitgestellten, webbasierten Portale auch selbstständig in den Archiven der Satellitenbild-Provider recherchieren und Fernerkundungsdaten für eigene Zwecke herunterladen. Dabei steht die Servicestelle Fernerkundung stets beratend zur Seite, plant gemeinsam mit der anfragenden Behörde Neuaufnahmen, koordiniert bei größeren Anfragen die einzelnen Bedarfe oder beschafft neue Daten. Diese werden stets mit einer Bundeslizenz versehen, sodass die Nachnutzung der Satellitenbilder durch andere Bundesbehörden gewährleistet wird. 2023 konnten bereits über 80 Projekte des Bundes von den Leistungen der Servicestelle Fernerkundung profitieren.

Der SKD entwickelt seine Services stetig weiter und treibt Innovationen voran. Die Grundlage hierfür liefern in regelmäßigen Abständen durchgeführte Befragungen im Bundesbereich, wie zuletzt die Umfrage zu den SKD-Dienstleistungen im Herbst 2023. Nach Auswertung der Ergebnisse hat sich der SKD beispielsweise zum Ziel gesetzt, den Zugriff auf bereits beschaffte Satellitenbilddaten zu vereinfachen. Mit den aus der Umfrage abgeleiteten Bedarfen sieht sich der SKD darin bestärkt, seine bereits begonnenen Vorhaben, wie z. B. den Aufbau einer Referenzdatenbank zum Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) für Fernerkundungsdatenanalysen fortzuführen und weiter auszubauen. Mit Einführung des „Rapid-Imaging-Verfahrens“ geht der SKD auf den in der Umfrage geäußerten Bedarf nach einer noch schnelleren Bereitstellung von Produkten ein, indem Datenflüsse und Datenprozessierungen beschleunigt werden.

Um auch die Bundesbehörden auf dem aktuellen Stand der SKD-Services zu halten und mit neuen Nutzerinnen und Nutzern ins Gespräch zu kommen, veranstaltet der SKD regelmäßig Informationsveranstaltungen. Im vierten Quartal 2024 hat das „SKD-Forum“ bereits zum dritten Mal stattgefunden.

3. Landbedeckung für Deutschland – Cop4ALL-DE

Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) wird voraussichtlich bis Mitte des Jahres 2025 die Landbedeckung für Deutschland mittels Künstlicher Intelligenz klassifizieren und unter Open-Data-Kriterien bereitstellen. Dieses Produkt wird im Vergleich zu bisher verfügbaren Landbedeckungsdaten eine sehr kleine Mindestkartierfläche von 100 m² aufweisen. Die Ableitung der Landbedeckung erfolgt hochautomatisiert und basiert grundlegend auf aktuellem Bildmaterial (Copernicus Sentinel-2 und Orthofotos der Länder). Der Datensatz soll jährlich aktualisiert werden und ist für viele Behörden auf Landes- und Bundesebene von Interesse. Insbesondere stellen die Landbedeckungsdaten für die Bereiche Flächenstatistik und Umweltmonitoring eine optimale Grundlage dar.

Im Jahr 2018 hat die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) die Einführung von Landbedeckung und Landnutzung beschlossen. Die Landbedeckung soll dabei möglichst automatisiert aus Fernerkundungsdaten abgeleitet werden.

Das Land Nordrhein-Westfalen (NRW), vertreten durch die Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW und das BKG, wurde Ende des Jahres 2022 beauftragt, eine Technische Betriebsstelle „Landbedeckung“ einzurichten, um die Landbedeckung bundesweit an zentraler Stelle abzuleiten und bereitzustellen.

Das Verfahren zur Ableitung der Landbedeckung nennt sich Cop4ALL-DE (Cop4ALL steht dabei für „Copernicus für alle“) und basiert auf dem in NRW entwickelten Verfahren Cop4ALL NRW. Dabei wird die Landbedeckung gemäß dem Datenmodell der AdV dargestellt. Das Anwendungsschema Landbedeckung umfasst dabei im Grunddatenbestand 15 Landbedeckungsklassen bzw. Objektarten mit entsprechender Attributierung, um die physische und biologische Bedeckung der Erdoberfläche, einschließlich künstlicher Flächen, landwirtschaftlicher Flächen, Wälder, natürlicher und naturnaher Gebiete, Feuchtgebiete und des Wasserkörpers abzubilden:

- Hochbau
- Tiefbau
- Festgestein
- Lockermaterial
- Krautige Vegetation (differenziert nach den drei Vegetationsmerkmalen Gras, Röhricht/Schilf sowie Getreide/Staudengewächse/Farne)
- Holzige Vegetation (differenziert nach den drei Vegetationsmerkmalen Bäume (weitere Unterscheidung nach der Blattform Laub und Nadel), Gehölz sowie Büsche/Sträucher)
- Meer
- Binnengewässer (differenziert nach der Fließeigenschaft fließend und stehend)
- Eis

Zur Berechnung der Landbedeckung werden maßgeblich frei verfügbare Sentinel-2-Satelliten-daten des europäischen Erdbeobachtungsprogramms Copernicus sowie die von den Bundesländern erstellten Orthofotos verwendet. Diese Fernerkundungsdaten werden mithilfe von Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) ausgewertet. Bestandsdaten aus dem Liegenschaftskataster (ALKIS) und/oder der Geotopographie (ATKIS) werden sowohl zum automatisierten Training der neuronalen Netze als auch zum Post-Processing verwendet.

Das ursprünglich für NRW maßgeschneiderte Verfahren muss für die bundesweite Berechnung der Landbedeckung an die Gegebenheiten aller Bundesländer angepasst werden. Des Weiteren müssen die in NRW nicht vorkommenden Landbedeckungsklassen Festgestein, Meer und Eis berücksichtigt und detektiert werden.

Abbildung 4 zeigt die abgeleitete Landbedeckung exemplarisch für einen Ausschnitt Baden-Württembergs. Um die vorkommenden Rebflächen verlässlich erkennen zu können, wurde im Rahmen der Weiterentwicklung des Verfahrens eine zusätzliche Bildklasse definiert. Die detektierten Flächen werden schließlich der Landbedeckungsklasse Holzige Vegetation mit dem Vegetationsmerkmal Büsche/Sträucher zugeordnet.

Ziel des aktuellen Vorhabens ist es, die Landbedeckung qualitätsgesichert und flächendeckend für Deutschland Mitte 2025 über die Zentrale Stelle Geotopographie, die beim BKG angesiedelt ist, bereitzustellen. Die Mindestkartierfläche beträgt dabei generell 100 m². Hochbauten werden bereits ab einer Größe von 10 m ausgegeben. Für die meisten Objektarten wird eine Nutzergenauigkeit von ca. 90 % angestrebt. Die Detektion der Landbedeckungsklassen Festgestein und Lockermaterial bzw. ihre Abgrenzung zueinander stellt aufgrund der Diversität von Lockermaterial (gemäß Definition u. a. Geröll, Schotter, Abfall, Sand) eine große Herausforderung dar. Daher wird hier zunächst eine geringere Nutzergenauigkeit von etwa 70 % erwartet.

Der Mehrwert für Deutschland besteht u. a. in der jährlichen Aktualisierung des Datensatzes. Weiterhin stellt die kleine Mindestkartierfläche von 100 m² bzw. bei Hochbauten von 10 m² eine sehr hohe Auflösung der Landbedeckung dar, von der viele Landes- und Bundesbehörden profitieren können, z. B. im Hinblick auf die Modellierung von Flächenverbrauch und Bodenversiegelung.

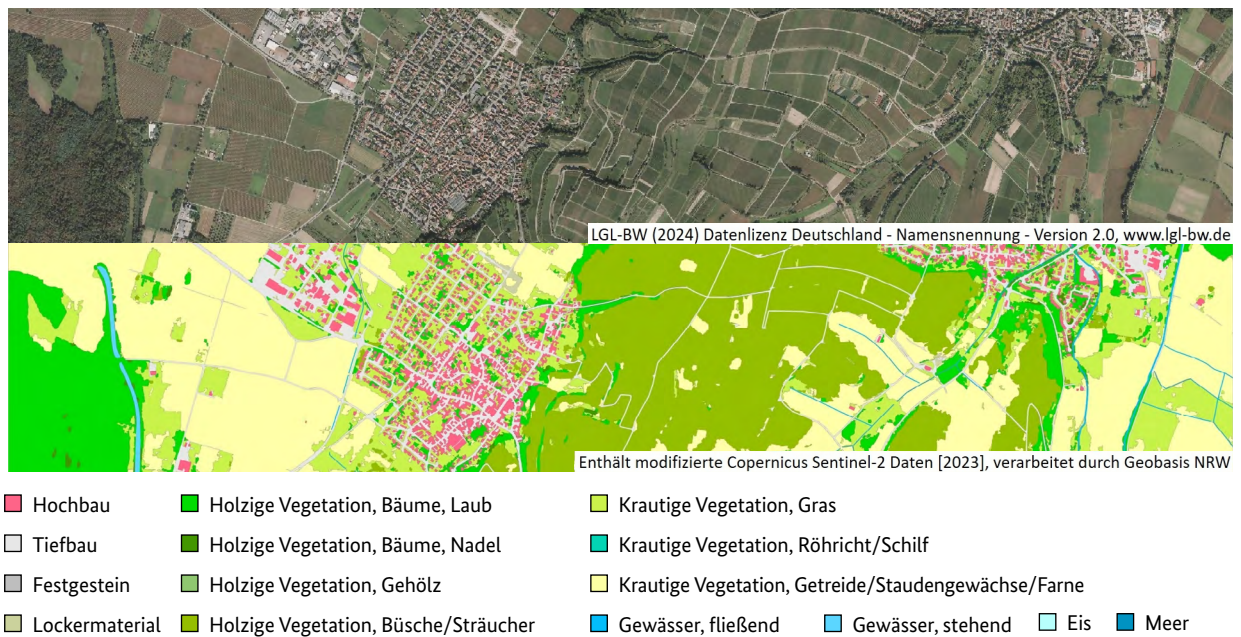


Abbildung 4: Abgeleitete Landbedeckung für ein Weinanbaugebiet in Baden-Württemberg.

Hier sind insbesondere das Statistische Bundesamt mit der Flächenstatistik und das Umweltbundesamt mit dem Umweltmonitoring zu nennen. Die Vermessungsverwaltungen der Bundesländer bündeln zusammen mit dem BKG in dem Vorhaben Cop4ALL-DE ihre Ressourcen, um einen bundesweiten, flächendeckenden sowie einheitlichen Datensatz zu erzeugen.

Das Produkt „Landbedeckung für Deutschland“ wird eine sehr kleine Mindestkartierfläche von 100 m² aufweisen, die in einer hochautomatisierten Auswertung entstanden ist.

Beeinflusst wurde das Vorhaben durch die immer stärkere Nutzung der KI im Geoinformationsbereich. Die Entwicklung des Verfahrens wird nutzerorientiert und in der AdV abgestimmt durchgeführt, so dass ein qualitätsgesicherter Datensatz entsteht. Die Landbedeckung stellt somit eine Basisinformation dar, die dann auch in digitalen Zwillingen verwendet werden kann.

Mittels KI-Analyse wird die Landbedeckung für Deutschland klassifiziert.

Die Ergebnisse des Projekts Cop4ALL-DE werden frei und kostenlos als Open Data veröffentlicht. Geplant ist die Bereitstellung über einen Web Map Service, welcher die direkte Einbindung in ein Geoinformationssystem ermöglicht. Zusätzlich werden die Ergebnisse aber auch als GeoPackage per Download zur Verfügung gestellt. Dies ermöglicht auch die Nutzung der zusätzlichen Attribute, wie beispielsweise die Genauigkeit der Klassifikation.

Die Landbedeckung für Deutschland wird der Öffentlichkeit voraussichtlich Mitte des Jahres 2025 erstmals durch die AdV zentral zur Verfügung gestellt und in einem jährlichen Rhythmus aktualisiert. Durch die sehr hohe Auflösung des Datensatzes von 100 m² stellt er eine wertvolle Grundlage für viele Anwendungen (beispielsweise Flächenstatistik und Umweltmonitoring) von Landes- und Bundesbehörden dar. Durch die Klassifizierung

mittels Künstlicher Intelligenz wird eine hohe thematische Genauigkeit erreicht. Nicht zuletzt aufgrund der riesigen Datenmengen, die verarbeitet werden müssen, ist das Vorhaben hochambitioniert und sehr herausfordernd.

4. Innovative Fernerkundung für die Bundesverwaltung

Anwendungspotenziale der Fernerkundung speziell für Bundesbehörden auszuloten und für ihre konkreten Aufgaben nutzbar zu machen oder zu erweitern, ist das Ziel des Rahmenvertrags „Innovative Fernerkundung für die Bundesverwaltung – IF-Bund“. Das Bundesministerium des Innern (BMI) hat den IF-Bund mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit Gültigkeit für die gesamte Bundesverwaltung geschlossen. Seit Beginn des IF-Bund im Jahr 2021 bis Ende des Jahres 2024 sind daraus 14 Innovationsprojekte entstanden, die zusammen mit unterschiedlichen Bundesbehörden entwickelt wurden. Diese haben inhaltlich eine große Bandbreite: von der KI-gestützten Auswertung von Satelliten-, Luft- und Drohnenbilddaten, z. B. für Anwendungen der Krisenvorsorge und -reaktion oder der Landbedeckungsklassifikation, bis hin zur Unterwasserdatenerfassung und Unterstützung des Gebäude- und Wohnungsregisters. Ausgewählte Ergebnisse werden in den folgenden Absätzen erläutert.

Globaler Wandel, nachhaltige Entwicklung unseres Lebensraums, Bewältigung von Krisensituationen und Minderung der Risiken, die von natürlichen, technologischen und kriminellen Gefahren ausgehen, stellen uns vor große Herausforderungen. Die Beobachtung der Erde mittels Fernerkundungssensoren hilft uns, diese Aufgaben zu meistern. Sie ist heute für Politik,

Wirtschaft und Gesellschaft von strategischer und operativer Bedeutung.

Bereits jetzt kommen in der Bundesverwaltung Erdbeobachtungsdaten für unterschiedlichste Anwendungsfelder zum Einsatz (z. B. über die Servicestelle Fernerkundung des BKG). Darüber hinaus zielt der IF-Bund auf die Erarbeitung neuer oder ergänzender Informationsprodukte für die Bundesverwaltung sowie den regelmäßigen Transfer von wissenschaftlicher Fernerkundungsexpertise in die Verwaltung. Somit können die wachsenden Anforderungen an Schnelligkeit, Aktualität und Qualität miteinander verbunden werden. Der Rahmenvertrag IF-Bund ist für alle Bundesbehörden offen. Daraus sind Innovationsprojekte entstanden, die eine nutzungsorientierte Entwicklung mit unterschiedlichen Schwerpunkten, z. B. aus den Bereichen Sicherheit, Statistik und Planung, beinhalten und nun anhand von drei Beispielen exemplarisch vorgestellt werden.

Der Einsatz von Fernerkundungsverfahren für behördliche Aufgaben nimmt stetig zu, hat aber noch großes Potenzial.

Beispiel 1: „Fernerkundungsdaten und Künstliche Intelligenz für den Registerzensus“: Im Zuge der Konzeption des Registerzensus prüft das Statistische Bundesamt (StBA), inwieweit neue digitale Daten künftig die Ermittlung und Qualitätssicherung der Zensusergebnisse ergänzen können. Im Zensus werden Angaben zu Gebäuden mit Wohnraum, bewohnten behelfsmäßigen Unterkünften und den darin befindlichen Wohnungen erhoben. Diese Informationen müssen geprüft und qualitätsgesichert werden. Ziel ist es, dafür Verfahren zu nutzen, mit denen Daten weitgehend automatisiert aufbereitet und manuelle Arbeiten reduziert werden können. Im bisherigen amtlichen Gebäudemodell sind per definitionem keine kleinen Nebengebäude wie z. B. Gartenhäuser, Wohncontainer o. ä. vorgesehen.

Allerdings muss die Statistik sicherstellen, auch Angaben zu solchen Gebäuden zu erheben, sofern diese relevant für den Zensus sind. Im Projekt „Sat4GWR_IF-Bund – Fernerkundung & KI für den Registerzensus“ (Projektlaufzeit 10/2021–12/2024) sollen mittels automatisierter KI-Verfahren Gebäude und Unterkünfte aus Satelliten- bzw. Luftbildern erfasst und anschließend bestimmte Gebäudemerkmale abgeleitet werden.

Der zu erwartende Mehrwert der Fernerkundungsergebnisse für den Registerzensus besteht darin, die bislang avisierten Prozesse bei der Ermittlung der Gebäude- und Wohnungsdaten zu ergänzen und damit die Qualität der Gebäude- und Wohnungsdaten im Registerzensus entscheidend zu verbessern. Durch die im Projekt entwickelten Ver-

fahren wird die Qualitätssicherung der Daten unterstützt, die perspektivisch aus einem noch aufzubauenden Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) gewonnen werden. Abbildung 5 visualisiert Teilergebnisse des IF-Bund-Projekts Sat4GWR, das versucht, für das StBA Gebäude mittels KI deutschlandweit zu detektieren und zu charakterisieren. Dargestellt ist ein Luftbild, das von verschiedenen klassifizierten Gebäudetypen farblich überlagert wird.

Beispiel 2: „Neuer Ansatz zur Abgrenzung zwischen Stadt und Land in Deutschland“: Bislang werden Siedlungsstrukturen in Deutschland zu- meist anhand von administrativen Einheiten wie Gemeinden und Kreisen beschrieben und vergli- chen. Bei diesem Ansatz können z. B. Städte nur bedingt von ihrem Umland abgegrenzt werden, da die Grenzverläufe an die Kreis-/Gemeindegren- zen gebunden sind. In mehreren gemeinsamen einjährigen Projekten haben Beteiligte vom Bun- desinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und dem Bundesinstitut für Bevölkerungs- forschung (BiB) sowie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) deshalb alternative Ansätze untersucht. Anstelle von administrativen Daten werden verschiedene Fernerkundungs- und weitere Geodatenätze sowie Statistiken genutzt, um konsistente Raumeinheiten zu erzeugen, mit denen Siedlungsstrukturen räumlich differenzier- ter beschrieben werden können.



Abbildung 5: Teilergebnisse des Projekts Sat4GWR.

Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 6 links eine übliche Einteilung in Stadt und Land auf Basis der administrativen Einheit „Gemeinde“ in Abhängigkeit von der Einwohnerzahl entwe- der größer (rot) oder kleiner (grün) als 5.000 Ein- wohner. Auf der rechten Seite ist einer der alter- nativen Ansätze basierend auf Informationen über die Gebäudedichte und -typen sowie Be- völkerungsdaten in einem 100 m × 100 m Ras- ter abgebildet. Hier sind neben der Unterteilung in Stadt und Land auch Übergangsbereiche und

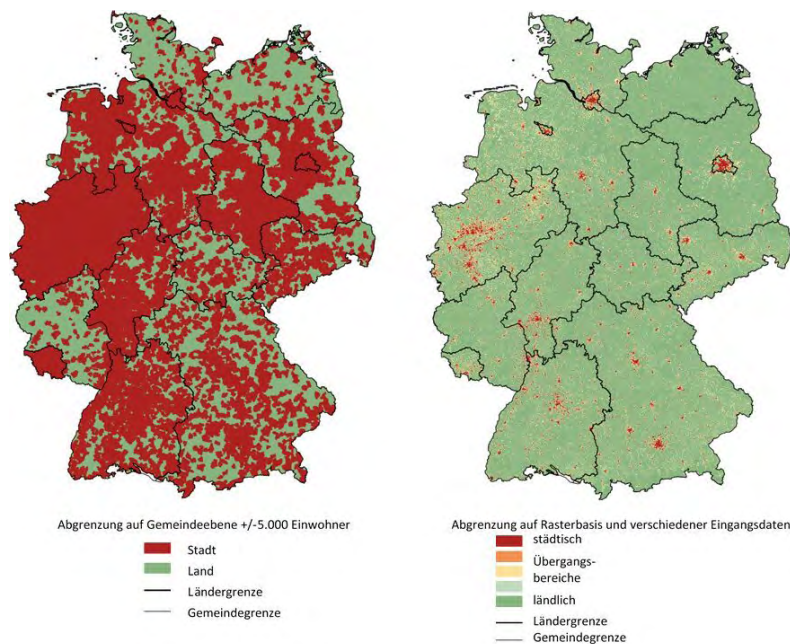


Abbildung 6: Teilergebnisse des Projekts Fe4ErSiGG.

eine höhere räumliche Differenzierung möglich. Die Ergebnisse des Projekts tragen dazu bei, dass gesellschaftliche Faktoren wie etwa Bevölkerungsveränderungen, Pendlerbeziehungen und Suburbanisierung in einem bestimmten Raum auf Grundlage dieser neuen Gebietsabgrenzung präziser analysiert werden können.

Beispiel 3: „KI-basierte Methoden zur Erstellung des Landbedeckungsmodells (LBM-DE) und Datenmanagementsystem (DMS)“: Alle drei Jahre wird die Landbedeckung/-nutzung deutschlandweit auf Basis von Satellitenbildern in einem Landbedeckungsmodell (LBM-DE) durch das BKG erfasst. Diese Datengrundlage wird z. B. durch das Umweltbundesamt genutzt, um Umweltveränderungen wie den Verlust von Waldflächen systematisch zu beobachten. Die in diesem IF-Bund Projekt (DatKI4BKG) entwickelten KI-Methoden sollen die bisherige aufwendige Erstellung des LBM-DE beschleunigen und u. a. auf unterschiedliche Satellitendaten anwendbar sein.

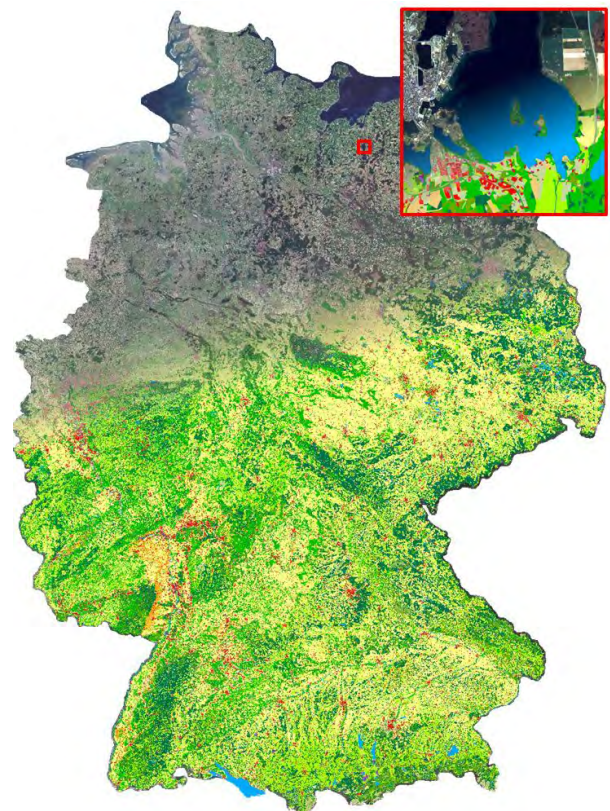


Abbildung 7: Teilergebnisse des Projekts DatKI4BKG.

Um große Mengen an Fernerkundungsdaten nachhaltig analysieren und bereitstellen zu können, ist ein entsprechendes Datenmanage-

ment, z. B. mithilfe von sogenannten DataCubes, notwendig. Hierdurch können beispielsweise KI-Modelle auf die Bilddaten automatisiert zugreifen und diese analysieren. Abschließend werden der entwickelte DMS-Prototyp und die KI-Modelle gemeinsam getestet und an das BKG übergeben. Abbildung 7 visualisiert sinnbildlich die gewünschte deutschlandweite Ableitung des Landbedeckungsmodells LBM-DE aus Satellitendaten. Das Modell zeigt ein Deutschland-Mosaik aus Satellitenbildern, das sukzessive nach Süden hin mit dem LBM-DE überlagert wird. Für einen kleinen Ausschnitt des Schweriner Sees wird deutlich, wie Landschaftselemente in verschiedene Klassen zusammengefasst werden. Im Norden erkennbar ist das Satellitenbild mit ca. 5 m Auflösung und im Süden – mit Überblendung – Ergebnisse einer Klassifikation mittels KI-Verfahren für das LBM-DE (z. B. rot: Bebauung; hellblau: Wasserfläche).

Behördliche Nutzerinnen und Nutzer benötigen einen einfachen Zugang zu Fernerkundungsdaten mit unabhängiger und kompetenter Beratung über die verfügbaren Angebote sowie Schulungen. Ein wichtiges Element ist hierbei der zentrale Satellitendatenkauf sowie die Beratung durch das BKG, den Dienstleister für die gesamte Bundesverwaltung im Bereich Geoinformation. Darüber hinaus können Forschungsergebnisse in passgenaue Lösungen für Behörden über Rahmenverträge wie den IF-Bund transferiert werden. Dieses ergänzende Element erleichtert es, die Potenziale chancenreicher Fernerkundungstechnologie in Bundesbehörden zu heben und in die behördliche Praxis zu überführen.

5. *Waldschadenserkennung in Deutschland: Innovative Erfassung und Überwachung mit Sentinel-2-Satellitendaten*

Unsere Wälder leiden seit mehreren Jahren unter den zunehmenden Belastungen durch Stürme, extreme Dürre und die dadurch verursachte Borkenkäfer-Massenvermehrung. Besonders gravierend waren die Waldschäden in den Jahren 2017 und 2018. Sie waren der Anlass, am Thünen-Institut für Waldökosysteme ein innovatives, fernerkundungsbasiertes Erfassungssystem für Schadflächen zu entwickeln. Das Projekt FNEWs (www.fnews-wald.de) zielt darauf ab, Waldschäden effizient und präzise zu entdecken und zu überwachen. Das Monitoringsystem und die technische Infrastruktur wurden durch ein internationales Projektkonsortium aus den Bereichen Technologie, Fernerkundung, Ökonomie und der forstlichen Forschung mit Anwendungsbezug entwickelt und aufgebaut.

Das Monitoringsystem umfasst die Datenvorprozessierung und eine Zeitreihenanalyse mit Sentinel-2-Satellitenbilddaten und liefert als Ergebnis Schadflächenkarten und -statistiken zu abgestorbenen Waldflächen und Schadholzmengen für die vier farbig dargestellten Untersuchungsgebiete (Abbildung 8). Die Methodik und das Verfahren wurden innerhalb dieser Untersuchungsgebiete entwickelt. Die Genauigkeit und Aussagekraft der Ergebnisse wurden umfassend validiert¹. Damit steht ein weitgehend automatisiertes System bereit, welches durch biotische und abiotische Schadereignisse entstandene, abgestorbene Waldflächen aus Satellitenbilddaten erkennt und ausweist. Das FNEWs-Jahresprodukt (Abbildung 9) und weitere

1: Reinosch, E., Backa, J., Adler, P., Deutscher, J., Eisnecker, P., Hoffmann, K., Langner, N., Puhm, M., Rüetschi, M., Straub, C., Waser, L. T., Wieseahn, J., Oehmichen, K. (2024): Detailed validation of large-scale Sentinel-2-based forest disturbance maps across Germany. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 2024; cpae038, doi.org/10.1093/forestry/cpae038

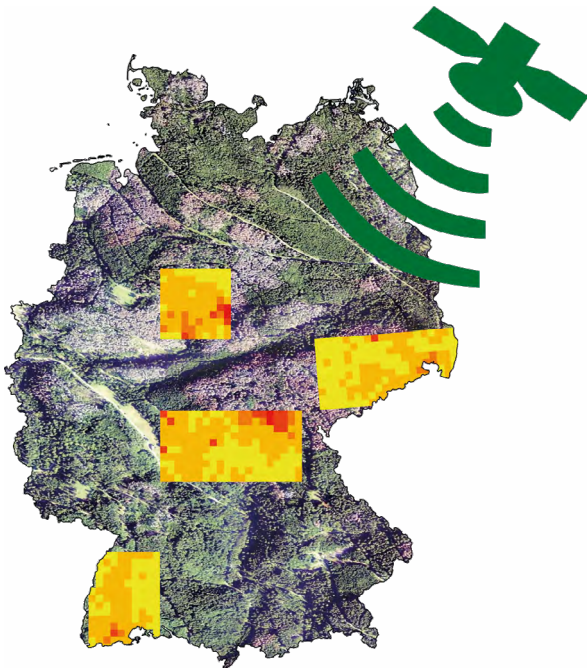


Abbildung 8: Untersuchungsgebiete des Projekts FNEWs.

Projektergebnisse können über das Geoportal des Thünen-Instituts abgerufen werden.²

Aufgrund des dringenden Bedarfs an Informationen zu Waldschäden ist ein fortlaufendes flächendeckendes Waldschadensmonitoring unabdingbar. Anfang 2024 wurde das Thünen-Institut für Waldökosysteme deshalb beauftragt, das erfolgreich getestete System bundesweit zu implementieren. Dieser Übergang in den operationellen Einsatz bringt verschiedene Herausforderungen mit sich. Die Umstellung der im Projekt auf Untersuchungsgebietsebene entwickelten Prozesse und Algorithmen auf die Fläche Deutschlands erfordert softwaretechnische Anpassungen sowie die Beschaffung und Aufbereitung der benötigten Daten. Die bestehende IT-Struktur muss für die deutlich gestiegenen Rechen- und Speicheranforderungen erweitert und für eine langfristige Nutzung umgebaut werden.

2: atlas.thuenen.de/atlantien/walddatlas

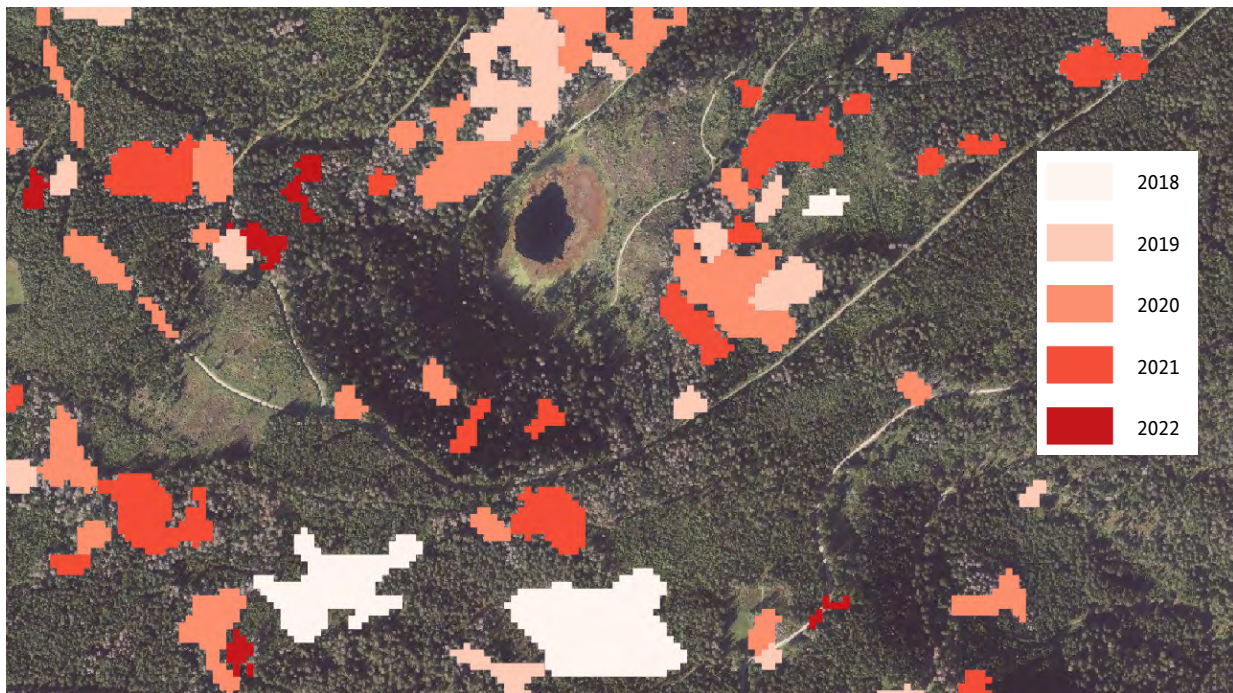


Abbildung 9: Ausschnitt des FNEWs-Jahresproduktes am Huzenbacher See, hinterlegt mit einem Luftbildausschnitt aus dem Jahr 2021.

6. Möglichkeiten des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz und Fernerkundungsmethoden in der Stadtentwicklung – ein Blick auf aktuelle Forschungsprojekte des Bundes

Die öffentliche Verwaltung wird immer digitaler. Im Bereich der Raum- und Stadtplanung zeigt sich dies schon lange sehr deutlich an den öffentlich zugänglichen Geoinformationssystemen. Zukünftig können auch digitale Potenzialflächenkataster ein weiteres hilfreiches Instrument der Stadtentwicklung sein, deren Bedeutung im Hinblick auf die Frage, wie dem unverändert zunehmenden Flächendruck begegnet werden kann, immer mehr in den Fokus rückt.

Im 5. Geo-Fortschrittsbericht von 2021 wurde bereits über zahlreiche Beispiele für digitale Anwendungen und Entwicklungen auf Bundes- und Landesebene informiert. Insbesondere in der Stadtentwicklung und in der Stadtplanung ist die Digitalisierung von großem Nutzen und der Gebrauch von Geoinformationssystemen weit verbreitet. Die vielfältigen Möglichkeiten und die beständige Weiterentwicklung digitaler Anwendungen können gerade im Bereich des Planungsrechts nachhaltig genutzt werden. Dieser Bedarf wird nicht zuletzt durch die Flächenkonkurrenz zwischen Siedlungsbereichen und Freiflächen, den mangelnden Wohnraum, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Umwelt und den Menschen selbst (wie etwa Starkregenereignisse, Dürre, gefährdete Biodiversität) und die Notwendigkeiten des Ausbaus der technischen Infrastruktur noch verstärkt.

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz und von Fernerkundungsmethoden birgt für die Stadtentwicklung große Potenziale und kann diese langfristig und nachhaltig unterstützen. Grenzen bestehen dennoch.

Daher liegt es im Interesse des Bundes, die Verbreitung digitaler Anwendungen insbesondere in den Kommunen zu fördern und diese sowohl in der Stadtentwicklung als auch in der konkreten Vorhabenplanung noch anwendungsfreundlicher und unterstützender zu gestalten. Hier liegt ein Forschungsfeld des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Das BBSR leitet unter Begleitung des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen zwei Forschungsprojekte zur Erstellung digitaler Flächenkataster. Ein Projekt konnte bereits abgeschlossen werden.

Forschungsprojekt „Methodenstudie zum Monitoring von Potenzialflächen für Brachen, Baulücken und Nachverdichtung in der Regionalstatistik und mit Methoden der Fernerkundung/KI“ [7/2023–11/2024]. Im Herbst 2023 wurde eine Methodenstudie zum Monitoring von Potenzialflächen für Brachen, Baulücken und Nachverdichtung in der Regionalstatistik mit Methoden der Fernerkundung und KI auf den Weg gebracht. Langfristiges Ziel ist, auf kommunaler Ebene ein luftbildgestütztes Baulandkataster für das Monitoring von Potenzialflächen aufzubauen, mit dem sich brachliegende Flächen, Baulücken und für die Nachverdichtung potenziell geeignete Flächen automatisiert erfassen lassen. Diese Informationen sollen die Grundlage für ein detailliertes Potenzialflächenkataster bilden. Hierfür wurden zunächst die bereits vorhandenen Angebote für die Erstellung von Katastern untersucht und ausgewertet, und aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird aktuell erforscht und ausgewertet, welche Möglichkeiten insbesondere der voll automatisierte Einsatz von Fernerkundungsmethoden und KI zusätzlich bieten kann.

Gegenwärtig werden Potenzialflächen überwiegend durch kommunale Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vor Ort erhoben, etwa durch die Nutzung der Geoinformationssysteme

(z. B. Auswertung der Bebauungspläne und Luftbilder), den Abgleich mit Baugenehmigungen und Ortsbegehungen. Ein standardisiertes Verfahren gibt es hierfür nicht. Elf Bundesländer bieten ihren Kommunen (halbautomatisierte) Anwendungen an, die den Aufbau von Potenzialkatastern erleichtern, darunter beispielsweise Rheinland-Pfalz, Hessen, Niedersachsen und die Stadtstaaten. Etwa ein Drittel der Kommunen nutzt diese Angebote. Die Praxis zeigt dabei: Je höher der Grad der technologischen Unterstützung ist und damit einhergehend eine Reduzierung des personellen Aufwands, desto höher ist die Bereitschaft zum Aufbau und zur Pflege entsprechender Kataster. Eine Überprüfung der Flächenerkundung und Auswertung der Vorauswahl bleibt jedoch bestehen, um fehlerhaft ermittelte „Potenziale“ auszusortieren.

Welche Möglichkeiten bietet also der Einsatz von Fernerkundungsmethoden und KI darüber hinaus?

Fernerkundungsmethoden liefern Luftbilder, etwa als digitale Orthofotos (DOP) oder als Satellitenbilder.

Satellitenbilder stehen bundesweit, z. B. über Sentinel-2-Satelliten, kostenfrei zur Verfügung und bieten den Vorteil, dass sie im Abstand weniger Tage erneuert werden. Ein Nachteil ist jedoch die geringe Auflösung der Aufnahmen, die zwar eine Veränderung der Fläche erkennen lässt, aber keine zuverlässigen Rückschlüsse auf die Art der Veränderung zulässt (Abbildung 10). Allerdings erhöhen jahreszeitliche Vergleiche die Klassifikationsgüte.

DOP hingegen stehen detailscharf zur Verfügung und ermöglichen daher eine sehr gute Beurteilung einer Fläche. Diese sind jedoch in der Regel nicht kostenfrei verfügbar und können gerade für finanzschwache Kommunen eine erhebliche Belastung darstellen. Daher wird eine Befliegung für DOP nur in größeren zeitlichen Abständen in Auftrag gegeben. Einige Bundesländer stellen DOP über Geoportale hingegen kostenfrei zur Verfügung, so dass Kommunen diese für ihre Geoinformationssysteme nutzen können.

Eine weitere Unterstützung in der Beurteilung von Flächen und baulichen Nutzungen können Schrägluftbilder oder aus Luftbild- oder Laser-scanbefliegungen erzeugte 3D-Oberflächen-

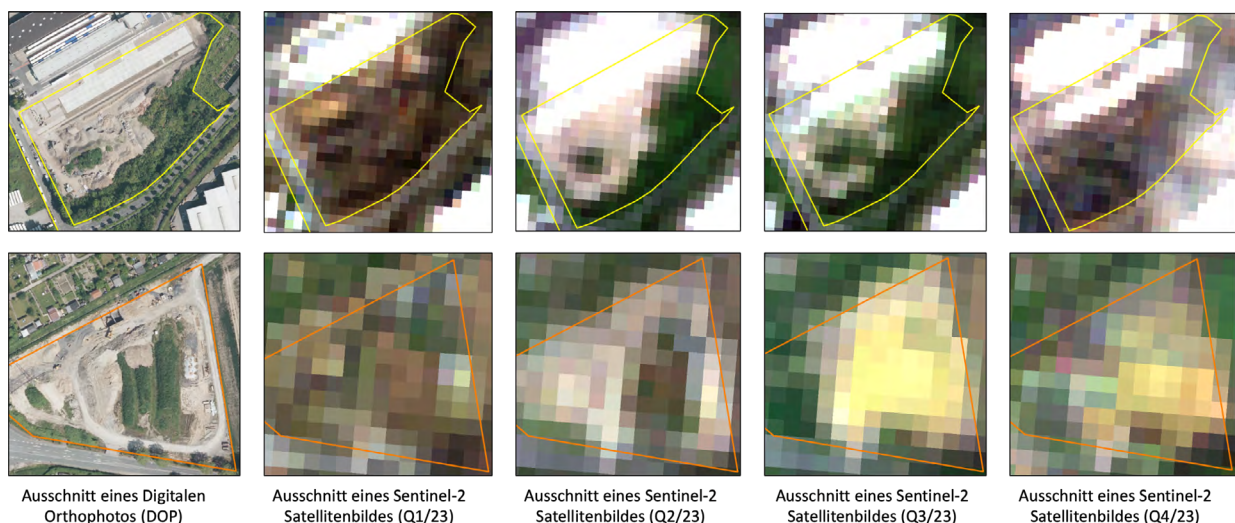


Abbildung 10: Gegenüberstellung der Luftbildqualitäten der DOP und der Sentinel-2-Satellitenbilder

modelle (z. B. 3D-Meshs) bieten, die dreidimensionale Strukturen anschaulich darstellen. Insbesondere im Zusammenhang mit der Frage, welches Maß der Bebauung zulässig sein kann, sind solche Daten sehr hilfreich.

Automatisierte KI-Verfahren verarbeiten große Datenmengen wie etwa Luftbilder und können lernen. Ergibt sich daraus auch eine Verbesserung der Ergebnisse?

Ja – aber nicht in dem Ausmaß, wie man es vielleicht erwarten könnte.

Das Luftbild in Abbildung 11 verdeutlicht dies. Es zeigt einige Polygone, die von der KI als Brachen klassifiziert wurden, korrekt an, allerdings auch andere, die gar keine sind.

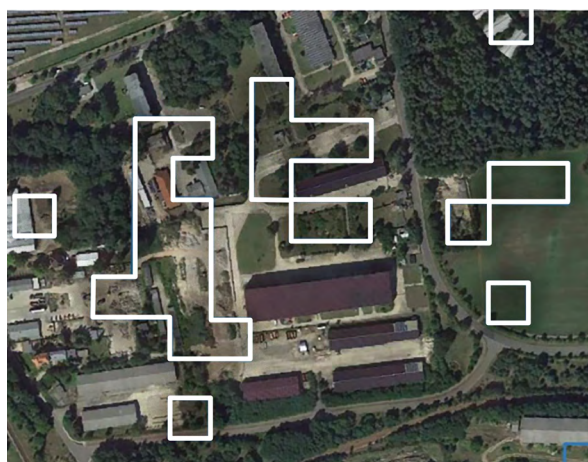


Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung der KI-generierten Klassifizierung von Brachflächen.

Eine unterbleibende Überprüfung der automatisierten Ergebnisse würde zu einer größeren Zahl von Fehleinträgen von Flächen im Potenzialregister führen, mit der Folge einer Fehlannahme der Bebaubarkeit dieser Flächen. Daher sind eine Überprüfung und Verbesserung der Klassifikation, etwa mit Referenzdaten, erforderlich.

Als Ergebnis des Forschungsprojekts lässt sich festhalten, dass automatisierte Verfahren eine deutliche Unterstützung und Arbeitsentlastung bei der Erfassung von Potenzialen darstellen. Eine Endkontrolle der ermittelten Flächen durch die Kommune ist jedoch auch beim Einsatz von KI weiterhin erforderlich, da das Ergebnis nicht in allen Fällen der realen Nutzung/Nichtnutzung entspricht.

Das Forschungsprojekt wurde im November 2024 abgeschlossen. Weitere Informationen zu den Ergebnissen und der Methodenbeschreibung können über den folgenden Link abgerufen werden: www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/exwost/jahr/2023/monitoring-von-potenzialflaechen.

Thematisch daran anknüpfend wird in einem neuen Modellprojekt für Kommunen die Entwicklung von automatisierten Verfahren zum Aufbau eines Baupotenzialregisters gefördert. Ziel ist u. a., die dabei entwickelten Software-Lösungen bundesweit auch auf andere Kommunen übertragen zu können.

Modellprojekt „Baupotenzialregister“ [Laufzeit 1–12/2025]. Bei diesem Modellprojekt handelt es sich um ein Parlamentsförderprogramm, welches der Umsetzung einer Vereinbarung des Koalitionsvertrages 2021 dient, Kommunen bei der Einführung von Potenzialflächenregistern zu unterstützen. Der Förderaufruf wurde im August 2024 gestartet. Aus 19 Interessenbekundungen wurden im Dezember 2024 acht Kommunen mit unterschiedlichen Projektideen ausgewählt.

Das Projekt richtet sich an Kommunen mit erhöhtem Wohnraumbedarf. Diese sollen die finanzielle Unterstützung erhalten, ein digitales Baupotenzialregister nach ihren individuellen Zielsetzungen zu entwickeln, das Baulücken, Brachflächen und sonstige Potenziale weitgehend automatisiert erfasst, einer stadtplanerischen Bewertung

zugänglich macht und mit Informationen zu Baumungsmöglichkeiten (etwa aus einem Bebauungsplan) verknüpft. Der Inhalt eines solchen Registers sollte, soweit rechtlich möglich, auch für die Öffentlichkeit zugänglich sein.

Über ein einfaches Nutzungsrecht für den Bund wird gewährleistet, dass die entwickelte Software auch anderen interessierten Kommunen zur Verfügung gestellt werden kann.

Ziel beider Projekte ist es, Flächenpotenziale im Innenbereich automatisiert erfassen und mit den planungsrechtlichen Vorgaben in einem digitalen Kataster verknüpfen zu können. Damit sollen aktuelle Informationen über die vorhandenen Baumungsmöglichkeiten verfügbar gemacht und Bedarfe vorrangig ohne Inanspruchnahme von Flächen außerhalb der Ortslagen realisiert werden.

Die bisherigen Ergebnisse des Forschungsprojekts zeigen, dass eine voll automatisierte Flächenprüfung und -erfassung nicht zu 100 % korrekte Ergebnisse liefern kann. Der Bereich der KI und der Fernerkundung entwickelt sich jedoch ständig weiter, und das gerade gestartete Modellprojekt soll es ermöglichen, in dieses Feld tiefer einzusteigen. „Passgenaue Lösungen“ für Kommunen sollen so weit wie möglich realisiert werden, um sie dann als Open-Source-Lösung weiterverbreiten zu können.

Durch diesen Fokus auf ungenutzte Flächen im Siedlungsbereich werden Potenziale vergleichbar ermittelt und transparent gemacht. Das spart den Kommunen Kosten – sowohl für ausgleichspflichtige Planungen „auf der grünen Wiese“ als auch für die Schaffung neuer Infrastruktur durch die Nutzung bereits bestehender. In der Regel senkt das auch die Baukosten für Vorhabenträger und dient nicht zuletzt der Einhaltung des 30-ha-Ziels und dem Schutz der Umwelt.

7. Modellprojekte Smart Cities – Geobasierte Dateninfrastrukturen und digitale Anwendungen in der integrierten Stadtentwicklung

Das Förderprogramm „Modellprojekte Smart Cities“ unterstützt seit 2019 über 70 Städte, Kreise, Gemeinden und interkommunale Kooperationen, die Digitalisierung in Verfahren und kommunalen Handlungsfeldern voranzutreiben. Auch wenn dies nicht explizit Fördergegenstand des Programms ist, nimmt die Ausweitung der Erhebung, Haltung und Verarbeitung georeferenzierter Daten in vielen der Modellprojekte eine zentrale Rolle ein. Als zentrale Anwendungen erweisen sich in diesem Zusammenhang der Aufbau und Ausbau georeferenzierter Sensordaten sowie digitaler urbaner Datenplattformen bzw. Zwillinge.

Neben vielen anderen Modellprojekten verfolgt z. B. die Stadt Freiburg das Ziel, über den Aufbau eines digitalen Datenraums (DATEN:RAUM:FREIBURG) sowohl eine fachbereichsübergreifende Dateninfrastruktur für die Kommune aufzubauen als auch Daten u. a. des lokalen Geodatenportals für Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zugänglich zu machen.

Ein im Aufbau befindlicher urbaner Digitaler Zwilling unterstützt die Stadt Regensburg darin, das ambitionierte Ziel einer stadtweiten Klimaneutralität bis zum Jahr 2035 zu erreichen. Hierfür befindet sich ein geodatenbasiertes Stadtmodell im Aufbau, das u. a. unterschiedliche Energiebedarfe auf der Basis von Gebäudetypologien und weiteren Eingabeparametern objektscharf abbildet. Im Rahmen der strategischen Wärmeplanung der Stadt bildet das Gebäudemodell dabei potenziell die Grundlage für eine Kopplung mit einem komplementären Modell der leitungsgebundenen Wärminfrastruktur.

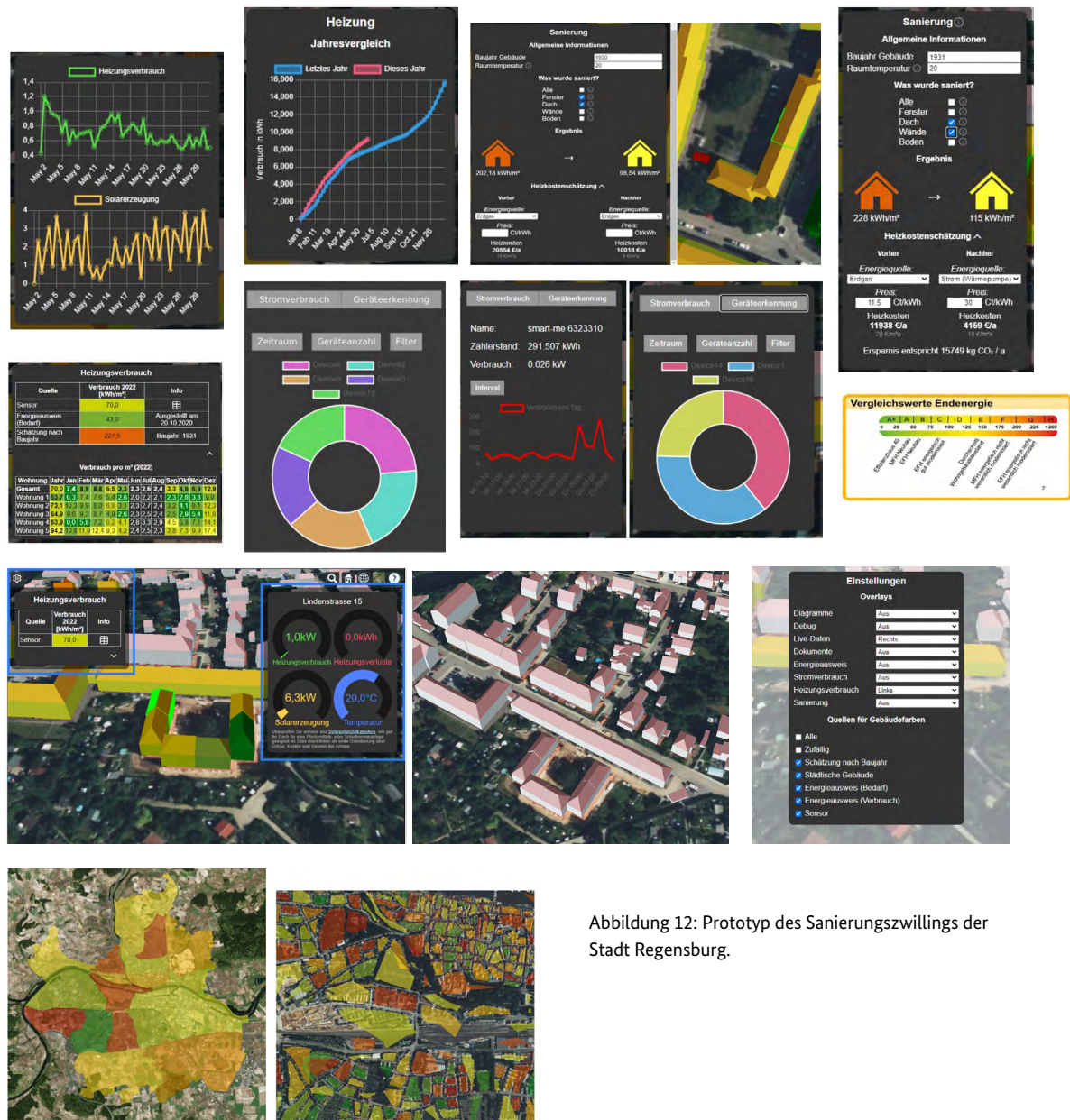


Abbildung 12: Prototyp des Sanierungszwillings der Stadt Regensburg.

Perspektivisch könnten hiermit sowohl die Auswirkungen umfassender energetischer Modernisierungen des Gebäudebestandes der Stadt als auch unterschiedliche Deckungsgrade des künftigen Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien simuliert werden. Ausgehend von einem Pilotquartier wird das Modell in späteren Stufen auf die gesamte Stadt ausgeweitet und umfasst dann zusätzliche Bausteine wie z. B. ein 3D-Solarpotenzialkataster und Geothermiedaten.

Über den Bereich der energetischen Sanierung von Bestandsquartieren hinaus sind georeferenzierte urbane Digitale Zwillinge, u. a. in den Handlungsfeldern Energieversorgung (z. B. Verbandsgemeinde Fuchstal), Klimafolgenanpassung (z. B. Stadt Wuppertal, Landkreis Hof), lokale Wirtschaftsförderung (z. B. Stadt Halle) und städtischer Verkehr (z. B. Stadt Mannheim), in der Entwicklung.

8. BIM Deutschland – Digitales Planen und BIM

Building Information Modeling (BIM) bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der die relevanten Informationen und Daten eines Bauwerks auf der Grundlage digitaler Modelle konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden. Ein wesentlicher Vorteil der BIM-Methode ist die digitale Datenverfügbarkeit über alle Planungs-, Bau- und Bewirtschaftungsphasen eines Bauwerks hinweg. Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus steht dabei im Mittelpunkt.

BIM trägt dazu bei, dass es bei der Planung, dem Bau, Betrieb sowie dem Um-/Rückbau zu einer enormen Verbesserung der Ressourcenplanung und -verwendung kommt. Bereits in der Planungsphase kann festgelegt werden, welche Ressourcen zum Einsatz kommen und beim Rückbau recycelbar sind. Die Ökobilanzierung ist leichter umsetzbar, die CO₂-Bilanz schneller errechnet. Die Digitalisierung kann so einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele im Bausektor leisten und einen Mehrwert für unsere gebaute Umwelt schaffen.

Die Zusammenarbeit in der Methodik BIM erfordert von den Beteiligten ein gemeinsames Verständnis, welche Informationen verfügbar sind und wie diese zwischen den beteiligten Akteuren ausgetauscht werden. Um die Kompatibilität der Informationen zu gewährleisten, müssen alle Beteiligten das gleiche Vokabular verwenden. Dadurch wird sichergestellt, dass die ausgetauschten Informationen direkt für die korrekte Ausführung einer spezifizierten Aufgabe verwendet werden können.

BIM trägt zu einer Erhöhung der Termin-, Qualitäts- und Kostentreue bei.

Für eine Reihe von Prozessen im Lebenszyklus eines Bauwerks fördert die kooperative Arbeitsmethode auf Basis von Daten aus den Bereichen BIM und der Geodäsie enorme Potenziale. Beispielshaft zu nennen ist hier die Bauvermessung sowohl planungsbegleitend als auch während der Bauausführung, die bei einer kooperativen Arbeitsmethode Effizienzsteigerungen ermöglicht. Die Integration von BIM-Daten eines Bauwerks in Stadtmodelle ebnet den Weg für noch detailliertere Simulationen für smarte Städte und Regionen. Daher muss auch in Zukunft die Verknüpfung der digitalen Arbeitsmethoden stärker in den Fokus gerückt werden. Der Runde Tisch GIS e. V. unterstützt dies z. B. mit der 2024 aktualisierten Auflage des „Leitfaden Geodäsie und BIM“.

Die Initiative BIM Deutschland unterstützt ein einheitliches und abgestimmtes Vorgehen bei der BIM-Implementierung im Bundesbau sowie der gesamten Wertschöpfungskette Bau. Die Initiative wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), dem Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) und dem Bundesministerium der Verteidigung (BMVg seit 2024) getragen. Seit dem Start der Initiative im Jahr 2020 werden das Informations- und Beratungsangebot, die Bereitstellung von Services und die Öffentlichkeitsarbeit kontinuierlich ausgebaut.

Ein Schwerpunkt der Arbeit von BIM Deutschland ist die Entwicklung und Bereitstellung des BIM-Portals des Bundes, das im Oktober 2022 von der Bundesbauministerin und dem Bundesverkehrsminister mit dem ersten Modul „Merkmale“ öffentlich freigeschaltet wurde. Im Jahr 2024 wurde dann das Modul „AIA“ (Auftraggeberinformationsanforderung/Austauschinformationsanforderungen) veröffentlicht. Das BIM-Portal des Bundes ist ein Leuchtturmprojekt der Digitalstrategie Deutschland. Die Entwicklung weiterer Funktionalitäten des BIM-Portals ist geplant.

Damit unterstützt das BIM-Portal öffentliche Auftraggeber bei der BIM-gerechten Definition ihres Informationsbedarfs bei BIM-Projekten sowie deren Auftragnehmer bei der qualitätsgesicherten Übermittlung entsprechender Informationsmodelle. Durch die Verwendung von abgestimmten Informationsanforderungen erhalten Auftragnehmer eindeutige und konsistente Leistungsbeschreibungen. Der Informationsbedarf umfasst insbesondere Angaben darüber, wer, wann, in welchem Detaillierungsgrad und in welchem Format die angeforderten Daten zu liefern hat. Die Informationen im BIM-Portal stehen allen Marktteilnehmenden zur Verfügung.

Parallel zur Entwicklung des BIM-Portals werden nutzerspezifische Informationen und Beratungsangebote für öffentliche Auftraggeber bereitgestellt. In regelmäßigen Online-Fachdialogen können sich die Akteure im Bauwesen austauschen und vernetzen und so Synergieeffekte in ihrer Projektarbeit erzielen. In diesem Rahmen sind auch Veranstaltungen zum Thema BIM in der Geotechnik durchgeführt worden bzw. in Planung. BIM Deutschland begleitet und fördert die Standardisierung und Normung auf nationaler und internationaler Ebene.

Ein Beirat, der sich aus Vertreterinnen und Vertretern verschiedener Bereiche des Bauwesens, der Forschung, Bauverwaltungen und anderen relevanten Akteuren zusammensetzt, übernimmt eine beratende Funktion bei der fachlich-strategischen Ausrichtung von BIM Deutschland. Aus allen Bereichen der Wertschöpfungskette Bau informiert er über die (technischen) Entwicklungen und weist auf relevante und neue Handlungsfelder hin. Der Beirat ist damit der Impulsgeber und zeigt die Potenziale der Digitalisierung auf, insbesondere der Methode BIM. Darüber hinaus gibt er Hinweise zu Handlungsnotwendigkeiten aus Sicht der Praxis.

Über die Etablierung von offenen und harmonisierten Standards für den Datenaustausch unterstützt BIM Deutschland neben der Einführung und Anwendung von BIM in der Wertschöpfungskette Bau auch die Verfügbarkeit digitaler Daten mit Blick auf das Zusammenwirken von BIM, GIS (Geoinformationssystem) und Smart Cities.



Abbildung 13: Logo der Initiative BIM Deutschland.

9. Digitale Geosysteme

Mit dem Voranschreiten der Energiewende gewinnen digitale Geosysteme für die nachhaltige Nutzung des unterirdischen Raumes zunehmend an Bedeutung, beispielsweise im Bereich der geothermischen Energiegewinnung oder der Speicherung von Energieträgern im geologischen Untergrund.

Um die in unterirdischen Geosystemen ablaufenden Reaktionen besser verstehen und bewerten zu können, ist eine genauere Kenntnis des Aufbaus erforderlich, die nur durch Tiefbohrungen und aufwendige geophysikalische Erkundungen gewonnen werden kann. Diese Untersuchungen sind kostspielig und liefern zumeist örtlich begrenzte Informationen. Numerische Modellierungen unterirdischer Geosysteme stellen hierzu eine vergleichsweise kostengünstige und standortunabhängigere Alternative dar. Gleichzeitig ermöglichen digitale Modelle, die im geologischen Untergrund ablaufenden Prozesse abzuschätzen.

Um den Digitalisierungsprozess in den Geowissenschaften zu beschleunigen, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) daher die Förderinitiative „Digitale Geosysteme: Virtuelle Methoden und digitale Werkzeuge für geowissenschaftliche Anwendungen“ entwickelt. In den ab 2024 laufenden Forschungsprojekten wird über einen Zeitraum von drei Jahren eine neue Generation numerischer Simulationswerkzeuge entwickelt sowie bestehende Werkzeuge verknüpft und erweitert. Mit der BMBF-Förderung werden Grundlagen geschaffen, deren Anwendungspotenzial in nahezu allen Bereichen der geotechnischen Untergrundnutzung liegt. Damit leistet dieser Themenschwerpunkt einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende im Untergrund.

Die Projekte bearbeiten ein breites Spektrum von Forschungsansätzen, welche von der Weiterentwicklung und Verbesserung von Arbeitsabläufen bis zur Erstellung sogenannter digitaler Zwillinge für verschiedene Anwendungen reichen. Ein Anwendungsbereich ist die Tiefengeothermie: Neue digitale Werkzeuge sollen helfen, die Ausbreitung von Rissen und möglichen seismischen Folgeereignissen zu überwachen, um deutlich mehr Planungssicherheit zu erzielen. Ferner soll ein virtuelles Untergrundlabor erstellt werden, um das Fündigkeitsrisiko (Risiko, ein geothermisches Reservoir mit einer oder mehreren Bohrungen in nicht ausreichender Quantität oder

Qualität zu erschließen) sowie die Explorationskosten von Geothermieprojekten zu verringern. Ein weiteres Anwendungsfeld ist der Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz sowie die Entwicklung digitaler Zwillinge zur Überwachung und Bewirtschaftung bergbaulicher Hohlräume. Hierfür werden numerische Werkzeuge zur Visualisierung geotechnischer Eingriffe in den Untergrund und zum Monitoring gefluteter Bergwerksbereiche erstellt. Die Bereitstellung kombinierbarer numerischer Instrumente (Workbench) und die Entwicklung automatisierter Prüfabläufe zur Qualitätssicherung geowissenschaftlicher Prozesssimulationen (Benchmarking) bilden weitere Arbeitsschwerpunkte. Außerdem ist die Entwicklung einer digital gestützten Trassenplanung für unterirdische Energieinfrastrukturen vorgesehen.

Digitale Geosysteme leisten einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende.

Zur Evaluierung der neu entwickelten Modelle und Werkzeuge werden neu erfasste Messwerte und vorhandene Daten aus nationalen und internationalen Forschungsarbeiten zu Testzwecken genutzt. Aufgrund der quelloffenen Programmierung und kostenfreien Bereitstellung über Repositorien lassen sich die Instrumente für individuelle Anwendungen adaptieren. Ein Großteil der beteiligten Community ist zudem aktiv in den Ausbau nationaler Geodateninfrastrukturen eingebunden.

Sicherheit und Krisen

Unsere Welt ist derzeit von vielfältigen, komplexen Krisen geprägt. Seit dem russischen Angriff auf die Ukraine herrscht wieder Krieg in Europa. Die 2022 ausgerufene Zeitenwende verdeutlicht die Dringlichkeit, mit der die Politik daran arbeitet, den Zustand der Bundeswehr zu verbessern, um Deutschland im Ernstfall verteidigen zu können. Auch der fortschreitende Klimawandel und die damit einhergehende Zunahme von Extremwetterereignissen stellen potenzielle Sicherheitsrisiken für die Bevölkerung dar, wie die Flutkatastrophe im Ahrtal 2021 auf tragische Weise gezeigt hat.

Ob kriegerische Auseinandersetzungen, Extremwetterereignisse oder andere unvorhersehbare Krisen – die Fähigkeit, solche Ereignisse frühzeitig zu erkennen und sich darauf vorzubereiten, ist essenziell für den Schutz der Bevölkerung. Hier spielen Geoinformationen eine zentrale Rolle: Sie helfen, die Welt in ihren räumlichen Zusammenhängen besser zu verstehen, Risiken zu bewerten und Maßnahmen zu planen.

Krisen beschränken sich in der Regel nicht auf einzelne administrative Einheiten wie z. B. Bundesländer; daher sind bundesweit einheitliche Datensätze notwendig, um länderübergreifende Szenarien realitätsnah abzubilden und so eine optimale Vorbereitung sicherzustellen. Mit dem Digitalen Zwilling Deutschland wird u. a. der Bundeswehr zukünftig erstmals ein bundesweit einheitlicher Datensatz als Grundlage für Planungen und Simulationen zur Verfügung stehen.

Um die räumlichen Auswirkungen von Starkregenereignissen zukünftig besser einschätzen und rechtzeitig Schutzmaßnahmen ergreifen zu können, arbeitet das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) derzeit an einer einheitlichen und flächendeckenden Zusammenstellung von Hinweiskarten zu Starkregengefahren für Deutschland.

Mit validen und aktuellen Geoinformationen können die Herausforderungen unserer Zeit gemeistert werden – von sicherheitspolitischen Planungen bis hin zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels.

1. Die Bedeutung des Digitalen Zwillings Deutschland (DigiZ-DE) des BKG für die Bundeswehr

Die Verantwortung für Geobasisdaten liegt in Deutschland bei den Bundesländern. Unterschiedliche Verfahren zur Geodatenerhebung und unterschiedliche Grundlagendaten führen zu Inkonsistenzen in den Geodaten und zu einem heterogenen bundesweiten Datensatz. Mit dem Digitalen Zwilling Deutschland (DigiZ-DE) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) wird ab 2027 erstmals ein bundesweit einheitlicher Datensatz mit einheitlichen Erfassungs- und Qualitätsmerkmalen zur Verfügung stehen.

Nach einem erfolgreichen Test in der Metropolregion Hamburg arbeitet das BKG derzeit an der

Erstellung des DigiZ-DE, dessen Basis ein hochpräzises 3D-Modell bilden wird (vgl. Bericht Seite 7). Für den Test wurde die Metropolregion Hamburg bewusst gewählt, weil sie neben der Stadt Hamburg auch Teile von Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern enthält und sich somit auch grenzüberschreitende Fragestellungen bearbeiten lassen.

Ein bundesweit einheitlicher Datensatz ermöglicht Planungen und Simulationen über die Grenzen der Bundesländer hinweg.

Ziel des Projekts DigiZ-DE ist es nun, eine bundesweit einheitliche Analyse- und Simulationsplattform als kontinuierliche Dienstleistung für die gesamte Bundesverwaltung anzubieten. Dazu soll der DigiZ-DE ein intelligentes, räumliches, digitales und skalierbares Abbild des Bundesgebietes enthalten und es Behörden ermöglichen, Prozesse unterschiedlichster Art zu analysieren, zu simulieren und zu visualisieren. Grundlage wird ein redaktionell gepflegtes Datenangebot sein, das Zugang zu relevanten Geoinformationen für Deutschland bietet. Dieses Datenangebot wird um ein aus einer LiDAR (Light Detection and Ranging)-Befliegung gewonnenes skalierbares Abbild von Deutschland erweitert, das neben einer 3D-Punktwolke auch daraus abgeleitete Objekte, wie z. B. Einzelbäume oder Gebäudegeometrien enthält.

Das Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw) ist seit Beginn als Beobachter am Projekt Digitaler Zwilling Deutschland (DigiZ-DE) beteiligt, um die militärischen und technischen Nutzungsmöglichkeiten des DigiZ-DE für die Bundeswehr zu identifizieren und mögliche Anwendungsfälle zu eruieren.

Aufgrund der aktuellen politischen Lage und der damit einhergehenden Refokussierung auf die Landes- und Bündnisverteidigung (LV/BV) sieht sich auch die Bundeswehr mit neuen Aufgaben-

schwerpunkten konfrontiert. Aus Sicht der Bundeswehr bietet der DigiZ-DE die Möglichkeit, die bereitgestellten Daten mit militärisch relevanten Informationen anzureichern und so eigene militärische digitale Zwillinge aufzubauen – mit großem Potenzial für die LV/BV.

Einen deutlichen Mehrwert bietet der DigiZ-DE als Planungsgrundlage für die nationale territoriale Verteidigung im Spannungs- und Verteidigungsfall ebenso wie für die Amts- und Katastrophenhilfe. Mit seinem digitalen Abbild des Bundesgebietes ermöglicht der DigiZ-DE, strategische und operative Planungen in einem virtuellen Abbild der realen Welt durchzuführen. Insbesondere im Hinblick auf die Aufmarschführung nationaler Streitkräfte sowie der neuen Aufgaben Deutschlands als Drehscheibe für die Verlegung alliierter Truppen (Drehscheibe DEU) kann der DigiZ-DE künftig eine essenzielle Planungsgrundlage darstellen.

Für die Verteidigung Deutschlands ist ein stets aktuelles bundesweites Lagebild unverzichtbar. Vor dem Hintergrund der LV/BV und der Rolle Deutschlands als Drehscheibe DEU wächst auch der Bedarf an aktuellen, präzisen Verkehrsinfrastrukturdaten. Dazu wird im Rahmen der GeoInfo-Datenbasis Bundeswehr ein Verkehrsinfrastrukturdatenbestand aufgebaut, bei dem Bestandsdaten ergänzt und verdichtet werden.

Der DigiZ-DE bildet eine unverzichtbare Planungs- und Simulationsdatenbasis für die Bundeswehr.

Durch die Abbildung der realen Welt und die Überlagerung mit militärischen Zusatzinformationen stellt der DigiZ-DE, insbesondere vor dem Hintergrund der Sicherstellung der Drehscheibe DEU, für die Bundeswehr eine unverzichtbare Simulationsdatenbasis dar. So können die vorhandenen Bestandsdaten des militärischen



Abbildung 14: Drehscheibe DEU – Militärkonvoi auf einer deutschen Autobahn.

Marschwegenetzes (z. B. Brückenzustandsdaten) bundes- und bundeswehrweit einheitlich gepflegt und aktualisiert werden – nicht nur länderspezifisch, sondern auch teilstreitkraftübergreifend. Ergänzt durch Logistikdaten entsteht eine umfassende Planungsgrundlage für Truppenbewegungen. Diese Fähigkeit schafft Informationsvorteile und gewinnt aufgrund der politischen Lage an Relevanz.

Für den Bereich Heimatschutz und Nationale Territoriale Verteidigung bieten militärische Digitale Zwillinge die Möglichkeit der Identifikation und des Monitorings kritischer bzw. verteidigungswichtiger Infrastruktur. Insbesondere im urbanen Gelände bietet die Kombination aus hochaufgelösten Daten und ergänzenden Informationen einen großen Mehrwert für die Operationsplanung: Straßen, Flughäfen, Häfen, Bahnstrecken und S- und U-Bahn-Netze können genauso gut abgebildet und überwacht werden wie Stromtrassen, Kanalisationsnetze, Atomkraftwerke und Staudämme.

Diese Daten könnten mit weiteren hochaktuellen Informationen ergänzt werden. Zur Datenverdichtung stehen dem ZGeoBw künftig luft-

gestützte Sensoren (drohnengebunden) sowie fahrzeuggebundene Sensoren zur Verfügung. Auch Daten und Informationen anderer Teilstreitkräfte können problemlos in das System eingepflegt und verarbeitet werden.

Für die Unterstützung im Katastrophenfall (z. B. Naturkatastrophen, Industrieunfälle oder Anschläge auf die Infrastruktur) können die Daten des DigiZ-DE mit Zahlen des Einwohnermeldeamts verschnitten werden. So stehen nicht nur Karten der entsprechenden Gebiete und Infrastrukturen zur Verfügung, sondern auch Informationen über die Anzahl der betroffenen Personen und damit der benötigten Rettungs-, Transport- und medizinischen Kapazitäten. Die Zusammenarbeit zwischen Behörden und Institutionen, aber auch das Zusammenspiel innerhalb der Bundeswehr wird durch die einheitliche Datengrundlage deutlich vereinfacht. Hätte der digitale Zwilling im Juli 2021 schon zur Verfügung gestanden, so hätte er sein volles Leistungsspektrum bei der Flutkatastrophe im Ahrtal unter Beweis stellen können. Dort wurden unmittelbar nach der Überschwemmung durch die Bundeswehr Geoinformationen bereitgestellt

sowie Personal und Gerät zur Hilfeleistung eingesetzt. Unter anderem haben Luftfahrzeuge der Bundeswehr das Ahrtal beflogen und hochauflösende Luftbilder erstellt, die anschließend auch den zivilen Rettungs- und Bergungskräften zur Verfügung gestellt wurden. Mit diesen hochaktuellen Daten wäre es möglich gewesen, einen digitalen Zwilling anzureichern, sodass allen Kräften ein einheitliches Einsatz- und Lagebild als Basis für ein gemeinsames, koordiniertes Handeln zur Verfügung gestanden hätte („Operating off the same map“).

Der DigiZ-DE des BKG bietet der Bundeswehr ab 2027 eine umfangreiche Datengrundlage für auf den militärischen Bedarf zugeschnittene eigene digitale Zwillinge, die die Geo-Info-Datenbasis der Bundeswehr weiter verdichten, die Beurteilung von Geofaktoren verbessern und somit eine qualitativ hochwertige Planungsgrundlage für unterschiedlichste militärische Anwendungsfälle im Rahmen der LV/BV bilden können.



Abbildung 15: Mosaik aus hochauflösenden Luftbildaufnahmen des Ahrtals, aufgenommen von einem RECCE Tornado der Bundeswehr und Detailaufnahmen von Altenburg bei Altenahr.

2. Starkregen-Gefahrenbereiche bundesweit präzise identifizieren: Die Hinweiskarte Starkregengefahren des BKG

Infolge des Klimawandels treten extreme Wetterereignisse wie Starkregen mit den jeweiligen Folgen nachweislich häufiger und intensiver auf. Zum bestmöglichen Schutz von Bevölkerung und Sachgütern ist eine optimale Vorbereitung des Staates unerlässlich, auch auf Grundlage konkreter Gefahren- und Folgenabschätzungen. Hierbei haben Geodaten wie Geländehöhen, Bebauung oder meteorologische Beobachtungsdaten eine entscheidende Bedeutung. Vor dem Hintergrund zunehmender Gefahren durch Starkregen erstellt das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) in einem großen Kooperationsprojekt mit weiteren Bundesbehörden und den Ländern eine für ganz Deutschland einheitliche Hinweiskarte über Starkregengefahren. Diese wird bis Ende 2025 sukzessive fertiggestellt und der Politik, der Verwaltung sowie der gesamten Bevölkerung als Open Data frei zugänglich gemacht.

Aktuelle Studien zum Klimawandel in Europa zeigen einen zunehmenden Trend in der Häufigkeit von Extremwetterereignissen. Neben längeren, warmen Trockenperioden zählen dazu auch Unwetter mit Niederschlägen hoher Intensität, die auch als Starkregen bezeichnet werden. Solche Starkregenereignisse sind in den vergangenen Jahren vermehrt aufgetreten und haben zu schweren Schäden geführt. Beispielhaft sei hier das Ereignis im Ahrtal im Juli 2021 zu nennen, welches in den nachfolgenden Jahren immer wieder als Referenz für weiterführende Untersuchungen und zur Prävention herangezogen wurde. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Häufigkeit von Starkregenereignissen ist es für die Schadensminderung und den Bevölkerungsschutz von be-

sonderer Bedeutung, die Hochwassergefährdung durch Starkregen praxisnah abzuschätzen.

Starkregenereignisse und ihre Folgen machen nicht an administrativen Grenzen halt. Daher ist eine Karte mit vergleichbaren Gefahrenhinweisen für das gesamte Bundesgebiet unerlässlich.

Bereits ab 2019 ließ das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) eine Hinweiskarte zu Starkregengefahren in Nordrhein-Westfalen erstellen. Für die Weiterführung des Projekts „Starkregengefahrenhinweise“ werden seit Anfang 2023 für das BKG die Gebiete mehrerer Bundesländer bearbeitet. Für zehn Bundesländer, also die Gebiete Berlin und Brandenburg, Sachsen und Thüringen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern, Bremen und Niedersachsen, Hamburg und Schleswig-Holstein werden ausgehend von den vorliegenden Daten qualifizierte Bewertungen der Überflutungsgefahren aus Starkregenereignissen erarbeitet. Die Veröffentlichung dieser Bewertungen soll bis Ende 2024 erfolgen.

Für das Landesgebiet Rheinland-Pfalz wurden vergleichbare bestehende Daten durch das Land bereitgestellt, die vom BKG in den bundesweiten Dienst integriert werden. In Vorbereitung einer dritten Projektphase sind die Abstimmungen mit den Fachbehörden der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Saarland bereits weit fortgeschritten. Der Abschluss der Kartierungen dieser Landesgebiete wird bis Ende 2025 angestrebt.

Ziel dieses BKG-Projekts ist die einheitliche und flächendeckende Erstellung bzw. Zusammenstellung von Hinweiskarten zu Starkregengefahren für Deutschland.

Das derzeit laufende Projekt zur Erstellung der Hinweiskarte wird partnerschaftlich durch

einen fachlichen Projektbeirat, bestehend aus Länder-Fachbehörden mit Schwerpunkt in der Wasserwirtschaft, begleitet. Dieser hat sich zu Projektbeginn aus dem Kreis der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) konstituiert und liefert wertvolle Unterstützung bei der Ausgestaltung einer fachlich korrekten Umsetzung.

Die zunehmende Häufigkeit von Starkregenereignissen führt zu einer spürbar zunehmenden gesellschaftlichen Relevanz. Deshalb entstehen in der Bundesverwaltung derzeit Projekte, die sich mit der Systematisierung von Gefahrenhinweisen und Folgemaßnahmen befassen. In diesem Kontext gibt es einen regelmäßigen Erfahrungsaustausch mit den zuständigen Fachreferaten der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), dem Umweltbundesamt (UBA) sowie dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV). Dieser dient in erster Linie zur Schaffung und Nutzung von Synergien im Themenbereich Starkregenrisikomanagement.

Überdies planen zahlreiche Ressorts sowie nachgeordnete Behörden des Bundes und der Länder seit der Veröffentlichung der Hinweiskarte Starkregengefahren für das Landesgebiet Nordrhein-Westfalen die Nachnutzung der Daten zur fachbezogenen Gefahrenermittlung. Insbesondere mit den Behörden des Bundes hat sich eine partnerschaftliche Zusammenarbeit hinsichtlich der Erfordernisse und Möglichkeiten der Hinweiskarte entwickelt. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) beim Eisenbahnbundesamt (EBA) erarbeiten derzeit auf Grundlage der Karten Risikoabschätzungen für Verkehrswege.

Im Rahmen des Aufbaus des Naturgefahrenportals durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) arbeiten BKG und DWD gemeinsam an der Übernahme

der bundesweiten Hinweiskarte in den Warnbereich Starkregen, wo diese die Grundlage der bundesweiten Gefährdungsbeschreibung bilden wird.

In der Zusammenarbeit mit diesen und allen weiteren Partnern berät das BKG bei der Datenerstellung und insbesondere auch hinsichtlich der Aussagekraft bzw. der Kommunikation der Hinweiskarte.

Hinweiskarten und Gefahrenkarten bilden unterschiedliche Qualitätsstufen der Starkregenvorsorge ab. Die Hinweiskarten dienen in der Regel nicht der Planung konkreter z. B. baulicher Maßnahmen und stellen aufgrund generalisierter Annahmen nur eine vergleichsweise grobe Grundlage dar. Sie erreichen jedoch eine bundesweite flächenhafte Abdeckung und geben erste Hinweise auf Bereiche, die im Hinblick auf das Starkregenrisikomanagement besondere Aufmerksamkeit erfordern, z. B. in Form nachgeschalteter detaillierterer Untersuchungen wie der Erstellung von sogenannten Gefahrenkarten.

Eine deutlich höhere Qualitätsstufe sind Gefahrenkarten, die auf einem sehr umfangreichen, oftmals lokalspezifischen, Datenbestand beruhen und eine wichtige planungsrelevante Grundlage darstellen. Diese Karten werden mit Unterstützung der Bundesländer aktuell sukzessive durch die Kommunen erstellt. Da der Fokus aus nachvollziehbaren Gründen auf Siedlungen und siedlungsnahen Bereichen liegt, wird derzeit und voraussichtlich auf absehbare Zeit keine Flächendeckung erreicht. Die Gefahrenkarten zeigen ein hohes räumliches Detail und berücksichtigen weitere prozessbeeinflussende Gebietseigenschaften, z. B. zum Siedlungswassermanagement (Kanalsysteme etc.).

Hinweiskarten dienen als Grundlage des Starkregenrisikomanagements der Sensibilisierung von Politik und Gesellschaft, während Gefahrenkarten

der Ableitung konkreter, lokal angepasster Maßnahmen dienen. Beide Kartenwerke tragen somit gemeinsam auf Basis ihrer jeweiligen Stärken zu einem wirksamen Starkregenrisikomanagement bei.

Die hydrodynamisch-numerische zweidimensionale Simulation basiert auf dem umfangreichen Geodatenbestand des Bundes und der Länder zur Landoberfläche und zu abflussrelevanten Bauwerken. Wesentliche Grundlage des Modellaufbaus ist das Digitale Geländemodell der Vermessungsverwaltungen der Länder mit einer Gitterweite von einem Meter (DGM1). Diese Datensätze wurden zu Beginn des Projekts als Open Data oder zweckgebunden bereitgestellt. Aus den Höheninformationen des DGM1 abgeleitete Gewässereinzugsgebiete bilden die hydrologische Grundlage der Abflusssimulationen. Zur Simulation eines möglichst realistischen Abflusses wird das DGM1 hydrologisch angepasst; Straßendurchlässe unterschiedlicher Dimensionen sowie Pump- und Schöpfwerke werden integriert.

Aus dem Datenbestand des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) werden Gebäude und die zugehörigen Dachformen als 3D-Modelle in das DGM übernommen. Gebäude stellen somit in der Modellierung ein Fließhindernis dar, die Dachformen sorgen bei Beregnung für einen zielgerichteten Abfluss.

Die Daten des Landbedeckungsmodells (LBM-DE) dienen der Definition der Rauigkeit der Geländeoberfläche. So wird eine Anpassung der Fließgeschwindigkeit an unterschiedliche Oberflächen in der Simulation möglich.

Der öffentliche Zugang zur Hinweiskarte Starkregengefahren ermöglicht eine niedrigschwellige Nutzung zur Gefahrenerfassung und zur Schutzmaßnahmenableitung für Bevölkerung und Sachgüter.

Der zur freien Nutzung als Open Data bereitstehende Datensatz „Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD“ (KOSTRA-DWD) wird als eine Beregnungsgrundlage in der Modellierung verwendet. Seit mehr als 30 Jahren bereitet der DWD regelmäßig Informationen zur Niederschlagshöhe in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer und der Jährlichkeit auf. Der daraus resultierende Datensatz dient der Hinweiskarte als Grundlagendatensatz zur Einschätzung einer regionalisierten Niederschlagshöhe in Bezug auf die Jährlichkeit. Die Nutzung eines regionalisierten Datensatzes ist insofern hilfreich, als die Niederschlagsmengen eines Ereignisses mit einer konkreten Wiederkehrzeit unter anderem von den geographischen Gegebenheiten vor Ort abhängen. So unterscheidet sich die Niederschlagsmenge eines Ereignisses mit gleicher Wiederkehrzeit im Alpenvorland von der in den Marschlandschaften Norddeutschlands und hat demzufolge auch eine Auswirkung auf das Überflutungsbild sowie das damit verbundene Gefahrenpotenzial.

Die Hinweiskarte Starkregengefahren zeigt realistische Simulationsergebnisse zu möglichen Überflutungsszenarien, die dem Starkregenindex nach Schmitt et al. (2018)³ folgen. Basierend auf einem außergewöhnlichen 100-jährlichen und einem extremen Starkregenereignis mit einem Niederschlag von 100 mm/h werden Überflutungstiefen (Abbildung 16), Strömungsgeschwindigkeiten (Abbildung 17) und Strömungsrichtungen dargestellt. Die Hinweiskarte Starkregengefahren kann somit eine initiale Einschätzung eines Risikopotenzials liefern, welche dann in Kombination mit bestehendem Fachwissen vor Ort die Maßnahmenplanung erheblich vereinfachen soll. Sie dient damit als wichtiges

3: Schmitt, T. G. et al. (2018): Einheitliches Konzept zur Bewertung von Starkregenereignissen mittels Starkregenindex. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2018 (65), Nr. 2, S. 113-120.

Instrument, um durch Starkregen gefährdete Bereiche zu identifizieren. Kommunen, Planern und Einsatzkräften wird es damit bundesweit ermöglicht, adäquate Maßnahmen abzuleiten, sowohl präventiv als auch im akuten Katastrophenfall.

Das Projekt der Hinweiskarte Starkregengefahren deckt sich mit dem Ziel der Bundesregierung, die notwendigen Maßnahmen für die Klimaanpassung Deutschlands aktiv voranzutreiben. Der Koalitionsvertrag 2021 sieht bundesweite Standards zur Erstellung von Kartenwerken vor, die einer einheitlichen Bewertung von Starkregenrisiken als

Voraussetzung zugrunde liegen. Mit dem Projekt des BKG und der partnerschaftlichen Zusammenarbeit zu diesem Themenbereich über Ressortgrenzen hinweg kann die Bundesregierung dieses Ziel bis zum Ende der Legislaturperiode erreichen.

Die Veröffentlichung der Hinweiskarte für das Landesgebiet Nordrhein-Westfalen als Open Data bewirkt schon jetzt eine breite Nachnutzung und Weiterentwicklung für fachspezifische Anwendungen aus den Bereichen Analyse und Anpassung an Extremwetterereignisse, wie vielfältige Rückmeldungen aus



Abbildung 16: Überflutungstiefen für ein außergewöhnliches (l.) und extremes (r.) Starkregenereignis.



Abbildung 17: Fließgeschwindigkeiten für ein außergewöhnliches (l.) und extremes (r.) Starkregenereignis.

Verwaltung, Wirtschaft und Gesellschaft belegen. Das große Interesse und die häufigen Nachfragen nach der Erweiterung auf das gesamte Bundesgebiet zeigen den hohen Bedarf und die hohe Akzeptanz bei den Interessensgruppen im Hinblick auf die Nutzung der Karte als Grundlage optimaler Vorbereitung auf Krisenfälle.

Das BKG berücksichtigt bereits im Planungsprozess zur Hinweiskarte Starkregengefahren die Möglichkeit, Verarbeitungsdaten von den Dienstleistern zu erhalten, da diese als Grundlage für weiterführende Untersuchungen (z. B. Gefahrenkarten) dienen können. Diese Hoheit über alle Ergebnisdatensätze und vor allem auch über die zugrunde liegenden Daten des Bundes und der Länder trägt dazu bei, die Erstellung der Hinweiskartierung und ihre Weiterentwicklung zu ermöglichen.

Als Ergänzung zur szenarienbasierten, bundesweit einheitlichen Hinweiskarte arbeitet das BKG an der Entwicklung einer Fachanwendung zur dynamischen und präventiven Kartierung von Starkregenereignissen. Grundlage dafür ist der Digitale Zwilling Deutschland – ein hochaufgelöstes, mit Geofachdaten angereichertes digitales Abbild Deutschlands. Der Digitale Zwilling Deutschland soll als Werkzeug für Simulationen in den Themenfeldern Umwelt, Sicherheit und Verkehr eingesetzt werden, um beispielsweise Auswirkungen von Hochwasser und Starkregen oder von Planungsentscheidungen auf die reale Welt zu simulieren. Auf dieser Basis plant das BKG, ereignisbezogene Kartierungen umzusetzen, die basierend auf regionalen Starkregen-Vorhersagen über Ort, Dauer und Intensität des Ereignisses automatisiert und kurzfristig Hinweise zu Überflutungstiefen und Fließverhältnissen liefern. Zuständigen Behörden sowie dem Katastrophenschutz stehen diese Fachin-

formationen dann kurzfristig für die Einsatzplanung zur Verfügung.

3. Starkregenprodukte und -portale des DWD

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) erbringt meteorologische und klimatologische Dienstleistungen, auch für die Wasserwirtschaft einschließlich des vorbeugenden Hochwasserschutzes. Dies umfasst verschiedene aufbereitete Niederschlagsprodukte für seine Partner und in seinem Open-Data-Angebot, beispielsweise die rasterbasierte Starkniederschlagsauswertung KOSTRA, die klimatologisch aufbereiteten Radardaten (Datensatz RADKLIM) oder den Starkregenereigniskatalog CatRaRE. Die KOSTRA-Daten gehören zu den elementaren Datengrundlagen der im Geo-Fortschrittsbericht erläuterten Hinweiskarten Starkregengefahren des BKG.

Die Produkte des DWD sind auch Grundlage für Informationsplattformen, die gemeinsam mit Partnern entwickelt werden. Das jüngste Beispiel ist das in Zusammenarbeit mit der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) entwickelte LAWA-Starkregenportal. Es bietet Informationen zu vergangenen und aktuellen Niederschlagsereignissen und zur Vorsorge sowie die Möglichkeit, Starkregenschäden zu dokumentieren. Als Datengrundlage dienen hierzu die Niederschlagsmessungen aus dem DWD-Radarverbund und die daraus abgeleiteten Produkte RADKLIM und der Starkregenereigniskatalog CatRaRE. Die Daten des DWD und der LAWA informieren im Wesentlichen über die Starkregenereignisse selbst, während das BKG u. a. mit den Daten des DWD potenzielle Überflutungsszenarien aufgrund von Starkregen simuliert.

Im Jahr 2018 wurde die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) durch einen Beschluss der Umweltministerkonferenz beauftragt, beste-

hende bundesweite Ansätze zur Dokumentation von Starkregenereignissen zu prüfen und Handlungsempfehlungen für den Aufbau einer belastbaren Datengrundlage zu entwickeln.

Unter der Führung der Kleingruppe „Aufbau einer Plattform zur Starkregendokumentation“ des ständigen LAWA-Ausschusses „Hochwasserschutz und Hydrologie“ (LAWA-AH) mit Beteiligung des DWD wurden von einem Konsortium aus drei Unternehmen bestehende Ansätze zur Dokumentation von aktuellen und vergangenen Starkregenereignissen und dadurch entstandener Schäden zusammengeführt und ein Konzept zum Zugriff auf diese Informationen erstellt. Darauf aufbauend wurde zunächst ein Prototyp des LAWA-Starkregenportals entwickelt. Nach einer etwa einjährigen Testphase ist das Portal seit Mai 2024 online.

Neben den aktuellen operationellen Niederschlagsdaten des DWD-Radarverbunds liefern der klimatologisch aufbereitete Radardatensatz (RADKLIM) und der daraus resultierende Starkregenereigniskatalog (CatRaRE) ausführliche Informationen zu den Niederschlagsereignissen in Deutschland seit 2001.

Nutzende haben die Möglichkeit, im Katalog bestimmte Ereignisse nach ausgewählten Kriterien, z. B. dem Bundesland, der Dauerstufe oder einem Auftrittszeitraum, zu filtern, tabellarisch aufzulisten und in einer Karte anzeigen zu lassen. Von der Übersichtsseite gelangen Nutzende mit einem Mausklick auf ein ausgewähltes Ereignis zu einer Detailseite, auf der Einzelheiten zum Starkregenereignis dargestellt werden.

Des Weiteren bietet das Portal die Möglichkeit, über die Auswahl eines Gebiets, Zeitraums und eines Niederschlagsschwellenwertes selbst Ereignisse zu definieren.

Neben der eigentlichen Niederschlagsauswertung von Ereignissen ermöglicht das LAWA-Starkregenportal auch, entstandene Schäden zu dokumentieren. Hierfür wurde ein kurzer Fragebogen entwickelt, in dem ein Nutzender Angaben zu Ort und Zeit des Auftretens und zu den Auswirkungen eines Ereignisses, z. B. Überflutungen, Sach- oder Gebäudeschäden, machen kann. Diese Informationen sollen insbesondere Bundes- und Landesbehörden sowie dem Katastrophenschutz eine bessere Übersicht über schadensträchtige Ereignisse ermöglichen.

Zugang zu Geoinformationen

Der Zugang zu Geoinformationen ist von zentraler Bedeutung für die Gesellschaft, die Verwaltung und die Wirtschaft. Offene Geoinformationen tragen dazu bei, Transparenz zu schaffen, Innovationen zu erleichtern und Entscheidungsprozesse in den verschiedensten Bereichen durch bessere Planungsgrundlagen effizienter zu gestalten. Wenn Geoinformationen öffentlich zugänglich gemacht werden, profitieren nicht nur Unternehmen und Forschungseinrichtungen, sondern auch Bürgerinnen und Bürger in ihrem täglichen Leben. Ein offener Zugang zu diesen Daten fördert die Entwicklung neuer Dienste und Anwendungen, die unsere Lebensqualität steigern, und bietet zugleich das Potenzial, aktuelle Herausforderungen wie den Klimawandel oder die Mobilitätswende besser zu bewältigen.

Die Ansätze und Initiativen, die den Zugang zu Geoinformationen in Deutschland verbessern und weiterentwickeln, sind vielfältig. Sie umfassen europäische Vorgaben, wie die (neue) Verpflichtung zur Bereitstellung hochwertiger Datensätze durch öffentliche Stellen, um die Verfügbarkeit und die Qualität von Daten im öffentlichen Sektor zu erhöhen. Auf nationaler Ebene wird mit der Nationalen Geoinformationsstrategie 2.0 (NGIS 2.0) der Fokus verstärkt auf die Nutzerorientierung und die Weiterentwicklung der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) gelegt, um den Herausforderungen der kommenden Jahre gerecht zu werden. Zudem existieren nutzungsbezogene Portale, die den Zugang zu spezifischen In-

formationen erleichtern: So werden im Rahmen des Projektes „DynAWI“ dynamische Agrarwetterindikatoren entwickelt, um die Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die Landwirtschaft besser abschätzen zu können. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie bietet mit „Marine Forecast“ ein Werkzeug zur Planung von Aktivitäten auf See. Das Portal „umwelt.info“ vereint öffentlich verfügbare Daten und Informationen zu Umwelt- und Naturschutzthemen und soll zur ersten Anlaufstelle für Umweltfragen werden. Auch das kulturelle Erbe wird durch die Aufnahme der UNESCO-Welterbestätten als „Points of Interest“ dokumentiert und so der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Diese vielfältigen Beispiele zeigen, dass die Bundesverwaltung kontinuierlich daran arbeitet, Geoinformationen breit verfügbar zu machen und innovative Nutzungsmöglichkeiten zu fördern – für eine nachhaltige, transparente und zukunftsorientierte Gesellschaft.

1. Hochwertige (Geo-)Datensätze – eine wichtige Neuerung in der EU-Datengesetzgebung findet seit Juni 2024 Anwendung

Die Europäische Kommission hat im Rahmen der PSI-Richtlinie⁴ (in Deutschland umgesetzt durch das Datennutzungsgesetz) die Durchführungsver-

⁴: Richtlinie (EU) 2019/1024 über offene Daten und die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors

ordnung (EU) 2023/138 zur Festlegung bestimmter hochwertiger Datensätze und der Modalitäten ihrer Veröffentlichung und Weiterverwendung erlassen. Sie ist am 9. Februar 2023 in Kraft getreten, und sämtliche öffentliche Stellen müssen seit dem 9. Juni 2024 die sich hieraus ergebenden Bereitstellungspflichten erfüllen.

Die Bereitstellung hochwertiger Datensätze (HVD) ist seit Sommer 2024 für öffentliche Stellen verpflichtend und ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Verfügbarkeit und Qualität von Daten in der EU.

Die Durchführungsverordnung sieht vor, dass öffentliche Stellen hochwertige Datensätze (HVD) in maschinenlesbarem Format und kostenlos (unter offenen Lizenzen) über Application Programming Interfaces (API) und Massendownloads zur Verfügung stellen. Als HVD erfasst sind derzeit Daten aus sechs Kategorien, deren Weiterverwendung wichtige Vorteile für die Gesellschaft, die Umwelt und die Wirtschaft hat. Durch die Bereitstellung von HVD sollen die Markteintrittsbarrieren für den europäischen datengesteuerten Markt erheblich verringert, die Zahl der wiederverwendeten Datensätze erhöht und die Schaffung neuer digitaler Dienste sowie die Verbesserung bestehender Dienstleistungen oder Geschäftsprozesse gefördert werden.

HVD bieten ein großes Potenzial für die Wirtschaft, insbesondere für KMU und Start-ups, indem sie den Zugang zu hochwertigen (Geo-) Daten des öffentlichen Sektors erleichtern.

In den Kategorien Georaum, Erdbeobachtung und Umwelt sowie Mobilität sind viele Geodaten von der HVD-Durchführungsverordnung betroffen, wodurch sich die Verfügbarkeit von offenen Geodaten in Europa nachhaltig verändern wird. Offene Fragen bei der Umsetzung werden aktuell intensiv diskutiert. Über das Portal GovData gibt es für datenhaltende Stellen eine umfangreiche

FAQ-Seite zur Umsetzung, die unter anderem in Zusammenarbeit mit der GDI-DE erstellt wurde: www.govdata.de/informationen/hochwertige-datensaetze.

Im Rahmen eines vom BMF finanzierten Projekts werden Kommunen bei der Einführung der HVD-DVO bis Ende 2024 begleitet. Die Projektverantwortlichen bieten dazu verschiedene offene Workshops zu den Themenschwerpunkten „Regulatorischer Kontext“, „Inventur, Standards, Lizenzen“, „HVD-Daten bei Bund, Ländern und Kommunen“ und „HVD – Use Cases – voneinander lernen“ an. Außerdem werden Arbeitshilfen zu diesen Themen angeboten. Mehr Informationen sind unter www.pd-g.de/hvd-kommunal verfügbar.

2. Nationale Geoinformationsstrategie 2.0

Die Nationale Geoinformationsstrategie 2.0 (NGIS 2.0) baut auf den Erfahrungen aus der Errichtung der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) auf und stellt die GDI-DE auf die absehbaren Herausforderungen der kommenden zehn Jahre ein (www.gdi-de.org/NGIS). Dabei rückt die nutzerorientierte Bereitstellung der Geoinformationen von Bund, Ländern und Kommunen in den Vordergrund. Dies deckt sich mit dem seitens der Europäischen Union formulierten Ziel, den Anwendungsbereich der Geoinformationen weiter auszubauen. Konkret formuliert die NGIS 2.0 sieben technische bzw. organisatorische Schwerpunkte und verschneidet die Schwerpunkte mit grundlegenden gesellschaftlichen Herausforderungen. Die Umsetzungsstrategie der NGIS 2.0, die auf konkret festzulegende Umsetzungsprojekte aufbaut, und das Rollenverständnis der Akteure der GDI-DE runden das Bild ab.

Das Lenkungsgremium Geodateninfrastruktur Deutschland (LG GDI-DE) hat am 24.11.2022 die AG Umsetzung NGIS mit der Fortschreibung der NGIS beauftragt. Die Ausarbeitung erfolgte unter dem Leitgedanken „Geoinformationen einfach nutzen. Bereitstellen – Vernetzen – Anwenden“.

Zur Fortschreibung der NGIS 1.0 wurde zu Beginn der Arbeiten ein Kommunikationsplan erstellt und ein Schwerpunktpapier zur NGIS 2.0 erarbeitet. Im Kern benennt dieses sieben Schwerpunktthemen (Abbildung 18). Um eine breite Beteiligung am Bearbeitungsprozess der NGIS 2.0 zu erreichen, sind zwei Onlinebeteiligungsverfahren durchgeführt worden.

Im Juni 2023 erfolgte eine erste Onlinebeteiligung innerhalb der GDI-DE-Gremien. Das Ergebnis der Beteiligung waren zahlreiche und vielfältige Vorschläge für die Umsetzung der NGIS 2.0. Ergänzend wurden strukturierte Interviews durchgeführt.

Basierend auf den Ergebnissen der Online-Beteiligung aller Akteure der GDI-DE und den Erkenntnissen aus den durchgeführten Interviews wurde das Schwerpunktpapier NGIS 2.0 entwickelt. Des Weiteren wurde das Rollenverständnis der Akteure der GDI-DE unter deren Beteiligung fortgeschrieben und in die NGIS 2.0 integriert. Weitere Bestandteile der NGIS 2.0 sind die Verknüpfung der Schwerpunkte mit den aktuellen gesellschaftlichen Entwicklungen sowie eine Umsetzungsstrategie.

Bei der Ausarbeitung der NGIS 2.0 wurde auf aktuelle Schlagwörter verzichtet und auf technikoffene Formulierungen geachtet. Dies soll dazu beitragen, dass die NGIS 2.0 über einen Zeitraum von zehn Jahren tragfähig ist. Zukünftig soll die NGIS 2.0 sukzessive durch konkrete Umsetzungsprojekte ausgestaltet werden. Diese Umsetzungsprojekte sollen sich aus der Verschneidung der Schwerpunkte mit den aktuellen gesellschaftlichen Entwicklungen ableiten (Abbildung 19).



Abbildung 18: Schwerpunkte der NGIS 2.0.

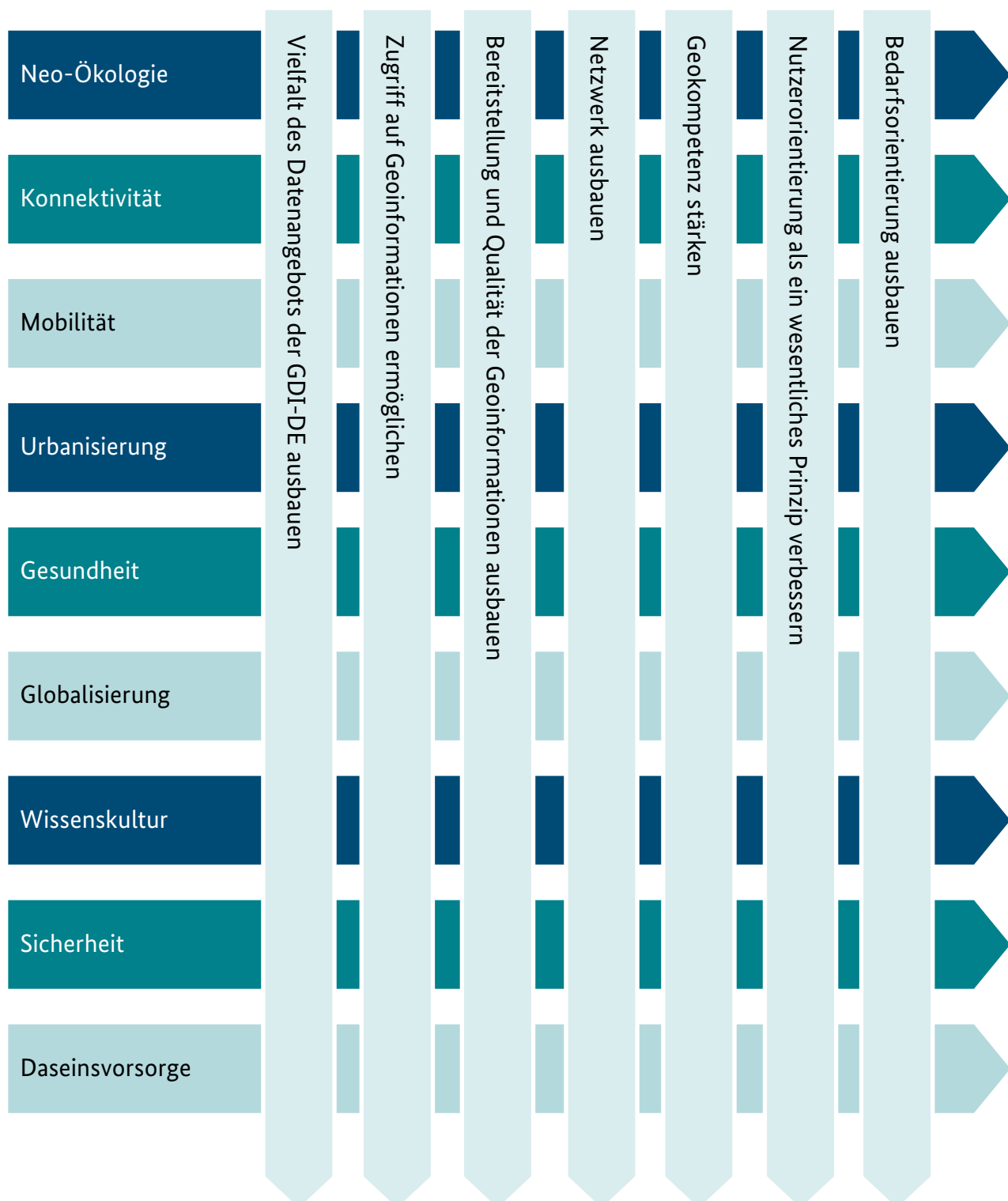


Abbildung 19: Gesellschaftliche Herausforderungen vs. Schwerpunkte der NGIS 2.0.

Das LG GDI-DE fasste im Mai 2024 den Beschluss zur NGIS 2.0 und löste damit die NGIS 1.0 ab. Der bisherige Fokus der GDI-DE lag auf dem technischen und organisatorischen Aufbau einer Geodateninfrastruktur. Mit dem Beschluss der NGIS 2.0 rückt die Nutzerorientierung in den Vordergrund der GDI-DE.

Die zweite Onlinebeteiligung im ersten Quartal 2024 richtete sich an die (Fach-)Öffentlichkeit. Ziel war es, eine Priorisierung der Umsetzungskategorien nach den Bedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer zu erhalten. Unterstützt durch eine intensive kommunikative Begleitung, unter anderem in Form einer Präsentation bei der Veranstaltungsreihe „Die FITKO stellt vor“ sowie durch regelmäßige Informationen bei LinkedIn, konnten ca. 450 Teilnehmende erreicht werden. Ein Großteil von ihnen gehörte der öffentlichen Verwaltung an. Die am höchsten priorisierte Umsetzungskategorie ist die „Stärkere Betrachtung aus Sicht der Endnutzer“. Zusätzlich wird ein größerer Beitrag der GDI-DE zur Digitalisierung der Verwaltung gewünscht. Hierfür ist eine stärkere Einbeziehung der Kommunen entscheidend.

Die NGIS 2.0 benennt die Arbeitsschwerpunkte der kommenden Jahre und dient als Orientierung bis zum Jahr 2034 für die GDI-DE. Im Vordergrund steht die nutzerorientierte Bereitstellung der Geoinformationen des Bundes, der Länder und Kommunen

Projekte und Informationen zur Umsetzung der NGIS 2.0 werden auf der Homepage der GDI-DE bekannt gegeben. Die unterschiedlichen Akteure der GDI-DE sind angehalten, Umsetzungsprojekte für die NGIS 2.0 vorzuschlagen und aktiv zu einer Umsetzung der NGIS 2.0 beizutragen.

Das Lenkungsgremium GDI-DE hat die NGIS 2.0 in der Frühjahrssitzung 2024 beschlossen und berichtet dazu dem IT-Planungsrat als übergeordnetem Gremium. Bereits Mitte 2024 wurde das erste Umsetzungsprojekt für die NGIS 2.0 vom Lenkungsgremium GDI-DE beschlossen. Die mit dem Beschluss gestartete Nutzer- und Bedarfsanalyse soll insbesondere belastbare Aussagen zu praxisrelevanten Lücken in der Bereitstellung und Harmonisierung von Geodaten und -diensten erbringen und so den zielgenaueren Einsatz der begrenzten Ressourcen ermöglichen.

3. Schwerpunkt Vorsitz GDI-DE Bund 2023–24

Als Schwerpunktthema für die Zeit des Vorsitzes im Lenkungsgremium der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) haben das Bundesministerium des Innern (BMI) und das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gemeinsam einen Beitrag der GDI-DE zur Mobilitätswende in Deutschland gesetzt. Dabei ging es um die zielgerichtete Vernetzung der GDI-DE mit der Mobilithek des BMDV und um ein Nationales Datenschema für die Radverkehrsinfrastruktur.

Im Projekt „Vernetzung der GDI-DE“ mit der Mobilithek konnte ein automatisiertes Verfahren zum regelmäßigen und zielgerichteten Austausch von relevanten Inhalten zwischen der Mobilithek und Geoportal.de realisiert werden. Hierdurch ist es jetzt möglich, direkt in der Mobilithek wichtige, qualitativ hochwertige räumliche Daten der GDI-DE zu finden und diese einfach für Vorhaben der Mobilitätswende einzusetzen. Des Weiteren besteht nun über Geoportal.de Zugriff auf neue, interessante Angebote aus dem Mobilitätsbereich, welche viel Potenzial zur Verknüpfung mit den vorhandenen Ressourcen der GDI-DE bieten.

Das Nationale Datenschema für Geodaten zur Radverkehrsinfrastruktur, entwickelt vom Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM) in Zusammenarbeit mit der GDI-DE, dient als zentrales Referenzschema für das gesamte Radverkehrswegenetz Deutschlands. Es bildet die Grundlage für Anwendungen wie Routing, Planung und Analyse von Radverkehrswegen. Mit dem Nationalen Datenschema wird eine praktisch bedeutsame Spezifikationslücke geschlossen und ein Beitrag zur Mobilitätswende in Deutschland geleistet.

Diese Themen sind gelebte Beispiele für die Zusammenarbeit innerhalb der GDI-DE und über die GDI-DE hinaus; sie stehen für die erfolgreiche Schaffung von Mehrwert aus dem Verschneiden von Geoinformationen und Fachdaten. Im Rahmen eines Hackathons Ende 2024 an der Hochschule Mainz hat der akademische Fachkräftenachwuchs die Chance, die Schwerpunktthemen kreativ in neue Ideen für Geoinformations-Anwendungen umgesetzt.

4. *Dynamische Agrarwetterindikatoren zur Extremwetterprognose in der Landwirtschaft*

Das Projekt „DynAWI“ entwickelt dynamische Agrarwetterindikatoren, um die Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die Landwirtschaft besser zu verstehen und Ertragsverluste zu minimieren. Der DynAWI-MapViewer ermöglicht dabei die Berechnung und Visualisierung historischer und aktueller Wetterdaten in Echtzeit und bietet Nutzerinnen und Nutzer die Möglichkeit, individuelle Agrarwetterindikatoren zu erstellen und potenzielle Ertragsverluste abzuschätzen. Die Anwendung unterstützt Landwirtinnen und Landwirte, Beratungskräfte und Behörden dabei, sich auf die wachsenden Herausforderungen durch den Klimawandel vorzubereiten. Sie wird kontinuierlich

erweitert, unter anderem um Funktionen zur Erosionsrisikoabschätzung.

Der Klimawandel stellt die Landwirtschaft vor immer größere Herausforderungen. Extremwetterereignisse wie Trockenheit, Hitze, Starkregen und Hagel führen zu erheblichen Ertragsausfällen und Qualitätseinbußen bei Kulturpflanzen. Um diesen abiotischen Stressfaktoren mit neuen passenden Klimaanpassungsstrategien entgegenzuwirken, benötigen alle Akteure in der Landwirtschaft zielführende und leicht zugängliche Informationen.

DynAWI bietet eine zukunftsfähige Lösung, um flexibel auf sich ändernde Informationsbedarfe reagieren zu können.

Im vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) seit 2021 geförderten Projekt „DynAWI“ (dynawi.julius-kuehn.de) wurde daher eine online frei zugängliche MapViewer-Anwendung für Agrarwetterindikatoren entwickelt und bereitgestellt. Die dabei zugrunde liegende Prozesskette zur Geodatenintegration und -analyse basiert auf skalierbaren JKI-Geodateninfrastrukturen und nutzt Methoden der Künstlichen Intelligenz. Damit können Auswirkungen von Extremwettersituationen auf die landwirtschaftliche Produktion sowohl historisch als auch aktuell in Echtzeit parametrisiert und analysiert werden. Im Gegensatz zu „klassischen“ Viewern werden die Ergebnisse nicht nur als passive Karten bereitgestellt, sondern es gibt auch die Möglichkeit, eigenständig nutzerspezifische Agrarwetterindikatoren für eine beliebige Fläche in Echtzeit zu berechnen und Ertragsprognosen durchzuführen. Derzeit stehen den Nutzerinnen und Nutzern drei verschiedene Funktionalitäten zur Verfügung

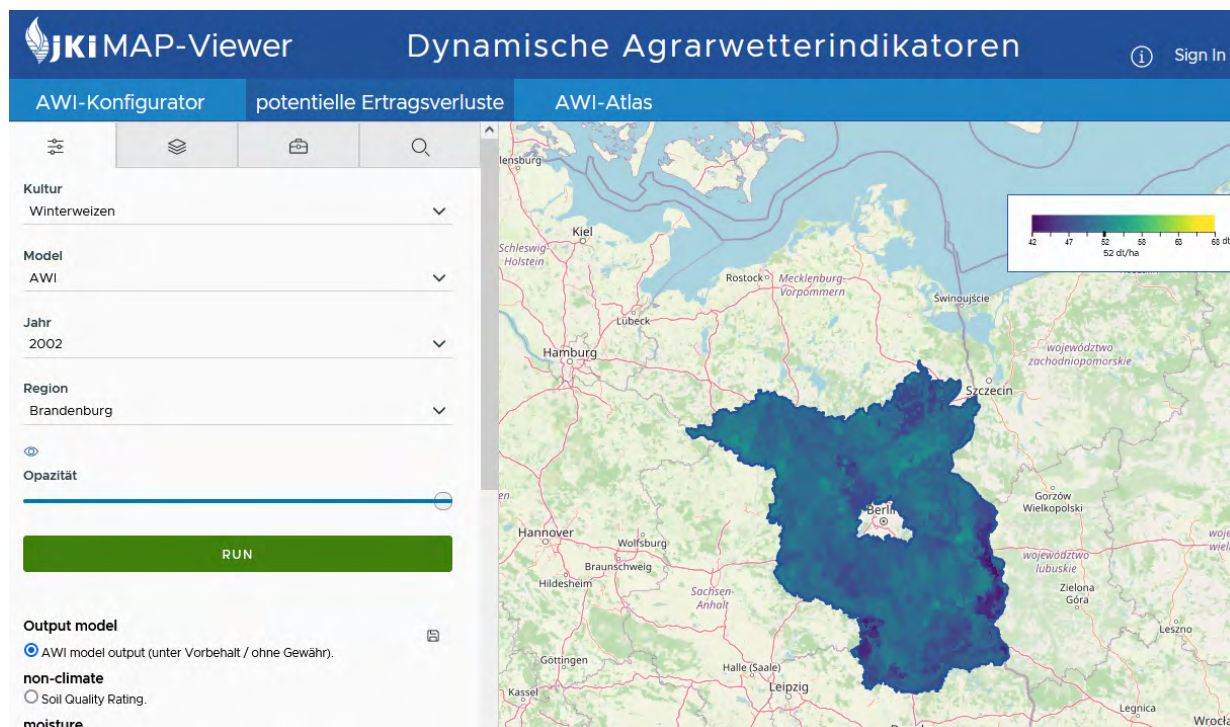


Abbildung 20: Darstellung der Nutzeroberfläche des Online-Dienstes (sf.julius-kuehn.de/mapviewer/dynawi).

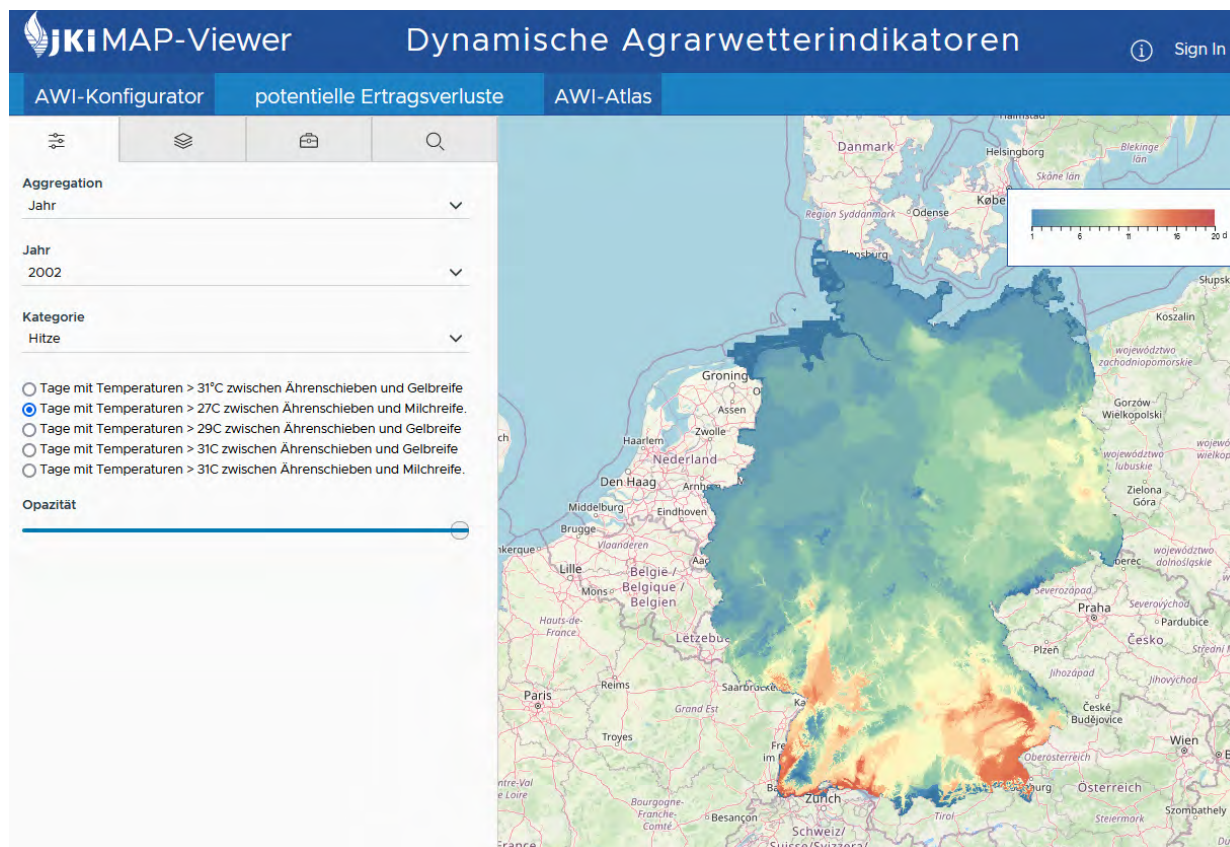


Abbildung 21: Historische Verteilung der Agrarwetterindikatoren (AWI-Atlas).

- „AWI-Atlas“: Klassische Karten zur retrospektiven Darstellung von Agrarwetterindikatoren ab dem Jahr 1993
- „Dynamischer AWI-Konfigurator“: Freie Konfiguration nutzerspezifischer dynamischer Agrarwetterindikatoren in Echtzeit durch eine raum-zeitliche Verknüpfung von relevanten agrarmeteorologischen Parametern, wie z. B. Bodenfeuchte, Tagesniederschlag und Bodentemperatur, mit phänologischen Stadien und dem Setzen von nutzerspezifischen Schwellenwerten
- „Potenzielle Ertragsverluste“: Abschätzung von potenziellen Ertragseinbußen durch Extremwettersituationen mit einem durch Expertenwissen vorparametrisierten Modell (historisch und aktuell)

Ein besonderer Mehrwert ist die Möglichkeit, eigene Agrarwetterindikatoren interaktiv zu erstellen, die an den Standort angepasst werden können.

Die technische Umsetzung erfolgt durch die Nutzung des JKI-Data Cubes, mit dem ein effizienter und vielfältiger Zugriff auf multidimensionale Georasterdaten möglich ist. Diese innovative Technologie bildet auch die Basis für rechen- und datenintensive Dienste, da auch komplexere raum-zeitliche Abfragen direkt in der Datenbank effizient durchgeführt werden können. Darüber hinaus wurde das Verfahren im Verlauf des Projekts vom Pilotbetrieb in den Produktivbetrieb überführt und ist nun ein zentraler Bestandteil der Geodateninfrastruktur. Dies gewährleistet auch in Zukunft flexible Lösungen für die sich wandelnden Anforderungen an Informationen verschiedener Nutzergruppen.

Mit dem DynAWI-MapView wurde ein niedrigschwelliges Angebot geschaffen, welches durch die Verbindung von Rasterdatenbanken und KI-Vorhersagen eine präzise Bewertung der Ertragswirksamkeit von Extremwetter-

ereignissen ermöglicht. Die Analyse von historischen und aktuellen Extremwetterereignissen unterstützt die Landwirtschaft bei der Entwicklung geeigneter Handlungsstrategien. Insbesondere die landwirtschaftliche Praxis, Beratungskräfte, Versicherungen, Politik und Behörden können von den frei verfügbaren dynamischen Agrarwetterindikatoren und Modellierungsergebnissen des Projekts profitieren. Damit können sich die Nutzerinnen und Nutzer auf die künftigen Herausforderungen, die durch häufiger auftretende extreme Wetterbedingungen entstehen, gezielt vorbereiten. Der besondere Mehrwert liegt dabei in der interaktiven Möglichkeit, eigene Agrarwetterindikatoren zu erstellen und so gezielt maßgeschneiderte Informationen für den individuellen Bedarf zu generieren.

Die Anwendung ist unter sf.julius-kuehn.de/mapviewer/dynawi zu erreichen und wird kontinuierlich erweitert und aktualisiert. So ist geplant, bis zum Projektende im Dezember 2024 eine zusätzliche Funktionalität zur Erosionsrisikoabschätzung von landwirtschaftlich genutzten Flächen zu ergänzen und die potenziellen Ertragseinbußen als leicht verständliche Risikokarten darzustellen.

5. Marine Forecast als Planungshilfe für Aktivitäten an und auf See

Mit der Internetapplikation Marine Forecast stellt das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) ein Werkzeug zur Planung von Aktivitäten auf See zur Verfügung. Als Zielgruppen von Marine Forecast wurden unter anderem Freizeitsegelnde, Wassersporttreibende, Windparkbetreibende sowie Reedereien identifiziert.

Von Anfang an stand bei der Entwicklung der Anwendernutzen im Mittelpunkt. So wurden bei der Auswahl geeigneter Inhalte neben den Daten des BSH auch meteorologische und ozeanographische Mess- und Vorhersagedaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) berücksichtigt.

Die technische Umsetzung erfolgte mit dem Open-Source-Geoviewer Masterportal. Mit der Portal-Anwendung können internationale und nationale Standards umgesetzt und somit eine hohe Interoperabilität gewährleistet werden. Zusätzlich lassen sich standardisierte Geodienste einbinden und themenübergreifend zusammenstellen.

Durch vordefinierte Spezialkarten, wie z. B. „Seewetter Aktuell“, können Anwenderinnen und Anwendern themenspezifische Informationen schnell abrufen.

Marine Forecast (marineforecast.bsh.de) ist eine Internetanwendung des BSH, die nutzungsorientiert aktuelle Daten und Informationen sowie Vorhersagen aus dem meteorologischen und ozeanographischen Bereich bereitstellt. Die Anwendung unterstützt Aktivitäten und deren Planung an und auf See. Die Zielgruppen sind u. a. Wassersporttreibende wie Badende, Segelnde, Surfende, Kanusporttreibende aber auch Windparkbetreibende und Reedereien.

Marine Forecast bietet eine Reihe von Spezialkarten an, um Anwendergruppen einen schnelleren Zugang zu den benötigten Daten und Informationen zu geben. In der Spezialkarte „Seewetter Aktuell“ sind alle für die Planung und Durchführung eines Segeltörns relevanten Themen wie Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Regenradar usw. zusammengefasst (Abbildung 22). Darüber hinaus können eigene Themen über standardisierte Karten-

dienste (engl. „Web Map Services“, WMS) hinzugefügt werden.

Für viele Nutzergruppen ist die Spezialkarte „Meeresinformationen“ eine wichtige Informationsquelle. Auch hier werden Informationen aus dem BSH mit denen des DWD kombiniert (Abbildung 23). Die Anwendung stellt für derzeit über 80 Standorte an der Nord- und Ostsee sowie an der Weser und Elbe Vorhersagen zum Wasserstand, der Wasser- und Lufttemperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit sowie zu den Auf- und Untergangszeiten von Sonne und Mond bereit.

Durch die Applikation Marine Forecast wird die Planung von Aktivitäten auf See erleichtert und die Sicherheit auf See erhöht.

Die technische Grundlage für Marine Forecast ist das Masterportal, welches der Hamburger Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (LGV) bereits seit 2014 erfolgreich entwickelt. Im Jahr 2019 wurde mit der Firma Dataport eine Kooperation vereinbart, um die Digitalisierung in Hamburg und der Metropolregion weiter voranzutreiben. Dazu gehört auch die Verbindung zur Digitalisierungsplattform Online-Service-Infrastruktur (OSI) von Dataport. Durch diese Verbindung lässt sich das Masterportal in digitale Verwaltungsprozesse integrieren. Die OSI ist das technische Herzstück bei der Umsetzung des Online-Zugangsgesetzes und wird datenschutzkonform von der Firma Dataport in ihrem vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik zertifizierten Rechenzentrum betrieben.

Das Masterportal ist ein von der Verwaltung für die Verwaltung entwickelter Open-Source-Geoviewer mit dem sich standardisierte Geodatenformate und -dienste anzeigen lassen. Dabei spielen die vom „Open Geospatial Consortium“ (OGC) erarbeiteten Standards „Web Map Service“

(WMS) und „Web Feature Service“ (WFS) eine tragende Rolle. Das Masterportal stellt darüber hinaus ein Framework zur Verfügung, das auf modernen Web-Technologien basiert und mithilfe von JavaScript-Webframeworks individuell konfiguriert oder auch um zusätzlich erstellte Module mittels vue.js erweitert werden kann. Dank des Masterportals konnte Marine Forecast ansprechend gestaltet und benutzerfreundlich aufgebaut werden.

Durch die standardisierten OGC-Web-Dienste kann ad hoc über eine Schnittstelle auf aktuelle Geodaten und ihre Geodatenbeschreibungen (Metadaten) zugegriffen werden. Geodaten sind dank des Standards interoperabel nutzbar und können beliebig miteinander kombiniert werden. Mehrere Sprachpakete, u. a. Englisch, Italienisch und Spanisch, machen das Masterportal auch international bzw. für Anwenderinnen und Anwender mit nicht deutschen Sprachkenntnissen nutzbar.

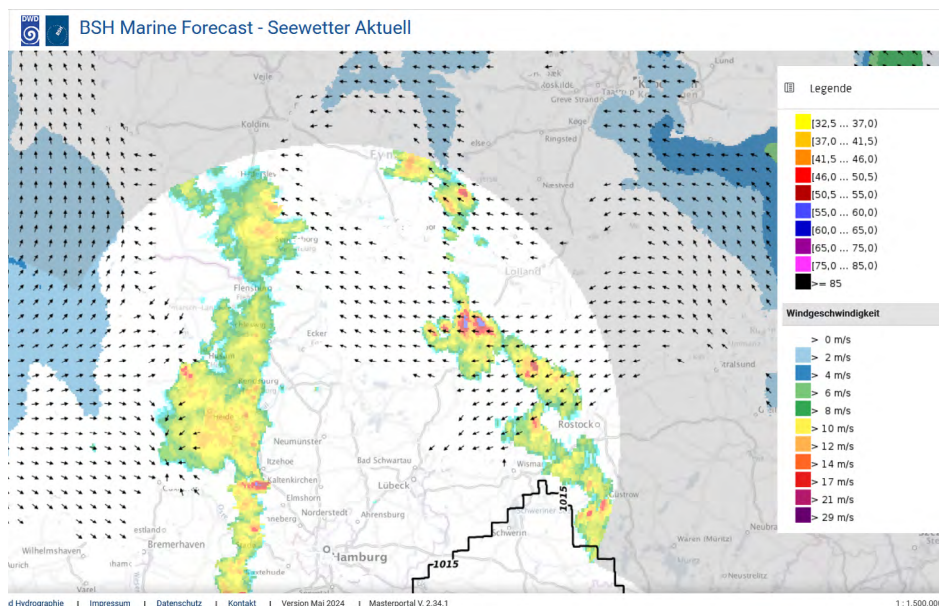


Abbildung 22: Spezialkarte Seewetter mit Regenradar, Windgeschwindigkeit, -richtung und Luftdruck.

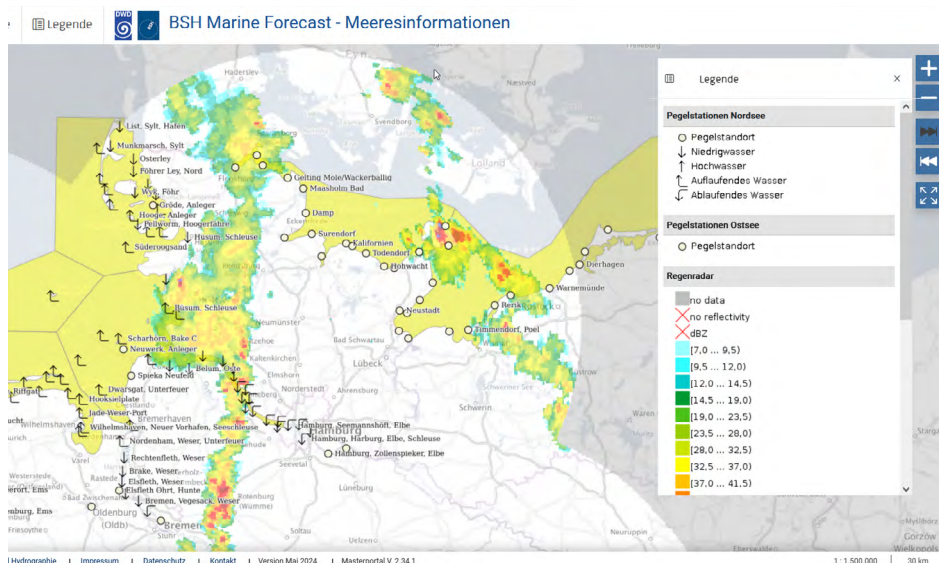


Abbildung 23: Spezialkarte „Meeresinformationen“ mit Regenradar, Pegelstationen Nordsee und Ostsee und Warnungen Küste.

Die Datenbereitstellung ist dezentral aufgebaut, sodass BSH und DWD die volle Kontrolle und Hoheit über ihre Daten behalten. Das bedeutet, sie können jederzeit entscheiden, welche Daten unter welchen Bedingungen zur Verfügung gestellt werden.

Die enge Zusammenarbeit zwischen dem DWD und dem BSH in Hamburg hat eine lange Tradition, bezog sich bisher aber vor allem auf den Bereich Küstenschutz. Marine Forecast erweitert diese Zusammenarbeit durch die Integration von allgemeinen DWD-Diensten wie „Warndienst Küste“ und „Regenradar“ oder speziell für das BSH erstellte bzw. angepasste Dienste wie z. B. „Totaler Seegang“, „Windgeschwindigkeit“, „Dünung“ (langwelliger Anteil des Seegangs, der dem Wind vorausseilt) und „Windsee“ (Anteil des Seegangs, der unmittelbar vom Wind angetrieben wird).

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Vernetzung des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie mit dem Deutschen Wetterdienst erzeugt einen gesellschaftlichen Mehrwert.

Bei den Daten handelt es sich um aktuelle Mess- und Vorhersagedaten zu unterschiedlichen marinen und meteorologischen Themen. Bei der Auswahl der Themen stand der Anwendernutzen im Mittelpunkt. In unserem Fall sind dies alle Anwenderinnen und Anwender, die am oder auf dem Wasser aktiv sind, egal ob zu beruflichen Zwecken oder in der Freizeit. So haben beispielsweise Freizeitsegelnde die Möglichkeit, sich über das aktuelle Wettergeschehen zu informieren und sich Windrichtung, Windstärke, Luftdruck, Seegang, Warngebiete und Regenradar auf einer Karte anzeigen zu lassen.

Marine Forecast unterliegt einer kontinuierlichen Weiterentwicklung, um das Anwendererlebnis stetig zu verbessern. Dafür werden Anwenderumfragen durchgeführt und ausgewertet.

Einer der nächsten Entwicklungsschritte wird die Umstellung auf die Version 3 des Masterportals sein. Die neue Version verfügt über eine neu gestaltete und intuitivere Benutzeroberfläche, ist besser für mobile Endgeräte geeignet und bietet deutlich bessere Suchmöglichkeiten nach Diensten und deren Datenebenen.

Geplant sind außerdem weitere Spezialkarten. Eine Spezialkarte soll die Betreiber von Offshore-Windparks bei der Wartung und dem Betrieb ihrer Anlagen auf hoher See mit Wind- und Seegangsvorhersagedaten unterstützen. Eine weitere Spezialkarte wird die aktuelle Eiskarte mit Informationen zur Eisdicke und Eiskonzentration in Nord- und Ostsee darstellen.

Mit Marine Forecast stellt das BSH ein flexibles und anpassbares Werkzeug für verschiedene Benutzergruppen zur Verfügung. Es erleichtert die Planung von Aktivitäten im und am Meer und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit auf See. Durch die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen BSH und DWD gelingt es, mit dem Informationsgehalt der ozeanographischen und meteorologischen Daten einen Mehrwert zu generieren.

6. Umwelt.info – ein Portal für Umwelt- und Naturschutzinformationen

Die Außenstelle des Umweltbundesamts in Merseburg – das Nationale Zentrum für Umwelt- und Naturschutzinformationen – entwickelt und betreibt umwelt.info als Schaufenster in die deutsche Umweltinformationslandschaft.

Über das Portal „umwelt.info“ bündelt das Zentrum öffentlich verfügbare Daten- und Informationsangebote aus dem Kontext Umwelt und Naturschutz. Dazu kooperieren sie mit den Bereitstellenden der Daten, identifizieren die umweltrelevanten Angebote, referenzieren deren Metadaten und erstellen zielgruppengerechte Beiträge und Anwendungen.

Die Vision ist, dass umwelt.info als Suchmaschine die erste Anlaufstelle für Fragen im Umwelt- und Naturschutzbereich wird. Dazu bringt das Nationale Zentrum für Umwelt- und Naturschutzinformationen ein Netzwerk an Akteuren zusammen, die Daten bereitstellen oder sich für Open Data im Umweltbereich engagieren. umwelt.info inspiriert dazu, in diesem Informationsangebot zu stöbern.

Eine erste Minimalversion, die seit Juni 2024 zum Testen zur Verfügung steht, bietet den Nutzerinnen und Nutzern bereits eine Suchmaschine zu bundesweit öffentlich verfügbarem Umweltwissen sowie erste redaktionelle Beiträge.

Auch die ersten Quellen aus dem Geoportal und den ersten Ländern sind bereits angebunden. Eine Inbetriebnahme des Datenportals in dieser frühen Phase der Produktentwicklung ermöglicht es, die nächsten Entwicklungsschritte gezielt an den Bedarfen der Nutzerinnen und Nutzer auszurichten. Interessierte können die Entwicklung dieses Open-Source-Projekts auf OpenCoDE (opencode.de/de) öffentlich einsehen.

Die Entwicklung schreitet zügig voran und die Präsentation und Veröffentlichung der umfassenden Basisversion ist für Januar 2025 terminiert. www.umwelt.info bietet schon jetzt einen Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand des Projekts.

7. Datensatz UNESCO-Welterbestätten

Im Zuge der fortlaufenden Bemühungen, das kulturelle Erbe Deutschlands zu dokumentieren und einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen, hat eine Abstimmung zwischen der Kultusministerkonferenz (KMK), dem Auswärtigen Amt (AA) und den Referaten Informationsgewinnung und Ausbildung sowie der Koordinierungsstelle der **Geodateninfrastruktur Deutschland** (GDI-DE) im Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) stattgefunden. Dabei wurde der Bedarf formuliert, die UNESCO-Welterbestätten in den Datensatz „Points of Interest Bund“ (POI-Bund) des BKG aufzunehmen.

Alle UNESCO-Weltkultur- und Weltnaturerbestätten in Deutschland sind im Datensatz POI-Bund als Punkte dargestellt. Sofern eine Welterbestätte mehrere Bestandteile hat, sind auch diese aufgenommen. Bei flächenhaften Welterbestätten, wie z. B. weitläufige Schutzgebiete oder Parks, werden diese über adressgenaue Punkte wie Nationalparkzentren oder Museen repräsentiert. Sofern auf oder in unmittelbarer Nähe einer Fläche kein repräsentatives Objekt vorhanden ist, wird der Mittelpunkt der Fläche verwendet.

Ziel ist es, eine einheitliche Karte zum UNESCO-Welterbe in Deutschland zu erstellen, die nicht nur effizient und ressourcenschonend umgesetzt wird, sondern auch auf amtlich verifizierten Daten basiert. Die Initiative für einen Datensatz der UNESCO-Welterbestätten in Deutschland ist Teil der Heimatpolitik des Bundesministeriums des Innern und für Heimat (BMI) und zielt langfristig darauf ab, den Datensatz mit flächen- bzw. linienhaften Geoinformationen zu den Welterbestätten auszubauen und auch INSPIRE-konform zugänglich zu machen.

Internationale Zusammenarbeit

Unsere Erde unterliegt ständigen Veränderungen: Sei es durch natürliche geodynamische Prozesse wie Plattentektonik und Gezeitenkräfte oder durch anthropogene Einflüsse wie den Verlust natürlicher Ressourcen und den Klimawandel. Diese komplexen Phänomene treten global auf und beeinflussen zahlreiche Lebensbereiche – auch bei uns in Deutschland. Um sie zu verstehen, ist eine ganzheitliche Betrachtung der Erde notwendig. Geoinformationen spielen hierbei eine Schlüsselrolle, da sie es ermöglichen, Veränderungen der Erdoberfläche präzise zu erfassen. Sie sind unverzichtbar, um fundierte Entscheidungen zu treffen und die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in natürliche Systeme zu bewerten. Nur durch gemeinsames Handeln können wir diesen komplexen Herausforderungen wirksam begegnen. Eine enge internationale Zusammenarbeit ist daher der einzige Weg, um globale Lösungen für eine nachhaltige und widerstandsfähige Zukunft für alle Menschen zu finden.

Auf europäischer Ebene trägt das Copernicus-Programm der Europäischen Union durch die Bereitstellung von Erdbeobachtungsdaten zur Überwachung von Umweltveränderungen und zum Krisenmanagement bei. Die INSPIRE-Richtlinie harmonisiert Geoinformationen in Europa und verbessert den Zugang zu raumbezogenen Informationen. Auch wenn Copernicus und INSPIRE in diesem Bericht nicht ausführlich behandelt werden, sind sie bedeutende

europäische Initiativen, die den Zugang zu Geoinformationen und die internationale Zusammenarbeit fördern.

Der Globale Geodätische Referenzrahmen (GGRF) ermöglicht Nutzerinnen und Nutzern, die Standorte auf der Erde genau zu bestimmen sowie Veränderungen der Erde in Raum und Zeit zu quantifizieren. Er bildet somit die Grundlage für die Sammlung, Integration und Nutzung aller Geoinformationen. 2023 wurde auf dem UN-Campus in Bonn das United Nations Global Geodetic Centre of Excellence (UN-GGCE) gegründet, um die Erstellung des globalen Referenzrahmens langfristig zu sichern und insbesondere Entwicklungsländer beim Aufbau einer geodätischen Infrastruktur zu unterstützen. Diese geodätische Infrastruktur bildet auch die Grundlage für die Land Degradation Neutrality Initiative (GEO-LDN), die darauf abzielt, mithilfe von Geoinformationen den Verlust von Böden zu stoppen. Durch den vereinfachten Zugang zu Erdbeobachtungsinformationen, Analysewerkzeugen und Wissenstransfer können Länder ihre Strategien zur Landnutzung nachhaltiger gestalten. Des Weiteren können Fortschritte beim Schutz und der Wiederherstellung von Böden effektiv nachverfolgt sowie fundierte Entscheidungen zur zukünftigen Landnutzung getroffen werden.

Diese Projekte verdeutlichen eindrucksvoll, wie eine internationale Zusammenarbeit im

Bereich der Geoinformation zur Lösung zentraler globaler Herausforderungen beitragen kann. Internationale Kooperation ist nicht nur wünschenswert – sie ist der Schlüssel für eine nachhaltige Zukunft.

1. Gründung des Exzellenzzentrums der Geodäsie der Vereinten Nationen (UN-GGCE)



United Nations
Global Geodetic
Centre of Excellence

Abbildung 24: Logo des United Nations Global Geodetic Centre of Excellence (UN-GGCE).

Um Katastrophensituationen besser verstehen, vorhersagen und managen zu können, werden Erdbeobachtungsdaten benötigt, um z. B. Veränderungen des Meeresspiegels oder Bewegungen der Erdkruste zu beschreiben. Das Expertenkomitee „UN Global Geospatial Information Management (UN GGIM)“ der Vereinten Nationen koordiniert seit 2011 Themen der Geoinformation und Geodäsie zwischen den Mitgliedstaaten (ggim.un.org). Die dort entwickelten Strategien und Maßnahmen tragen zur besseren Verwendung von aktuellen und amtlichen Erdbeobachtungsdaten (Geodaten) zusammen mit anderen Fachdaten (z. B. aus der Statistik) bei. Sie dienen auch der Kontrolle, um die Ziele der UN-Nachhaltigkeitsstrategie Agenda 2030 zu erreichen.

Solche Erdbeobachtungen erfordern eine hochgenaue Positionsbestimmung, die in allen UN-Mitgliedstaaten in gleicher Qualität verfügbar sein muss. Nur so können Länder und Hilfsorganisationen in Katastrophensituationen effizient und effektiv handeln, ohne durch unterschiedliche staatliche Zuständigkeiten, heterogene

Datenquellen oder unterschiedliche Berechnungsmethoden ins Hintertreffen zu geraten. Hochgenaue Positionsbestimmungen sind Teil der Geodäsie, der Wissenschaft von der Vermessung und Abbildung der Erdoberfläche.

Im Jahr 2015 wurde in der UN-Generalversammlung die UN-GGIM-Resolution zum Globalen Geodätischen Referenzrahmen (GGRF) verabschiedet, in der die Bedeutung des GGRF als Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung eines Staates sowie für die Sammlung, Integration und Nutzung aller Geoinformationen hervorgehoben wird. Eine Maßnahme zur Umsetzung dieser Resolution war der Aufbau eines UN-Zentrums für die Geodäsie. 2020 hat Deutschland den Zuschlag für die Einrichtung des „United Nations Global Geodetic Centre of Excellence (UN-GGCE)“ (ggim.un.org/UNGGCE) erhalten.

Am 29.03.2023 wurde das UN-GGCE auf dem UN-Campus in Bonn feierlich von der Staatssekretärin des BMI, Juliane Seifert, eröffnet. Finanziert wird es aus dem Haushalt des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG).

Die Hauptaufgabe des UN-GGCE ist die Koordination einer dauerhaft weltweit abgestimmten Geodäsie-Lieferkette. Diese Lieferkette umfasst Beobachtungsstationen auf der ganzen Welt, die Aufgaben der Daten- und Analysezentren sowie den geodätischen Referenzrahmen. Eine funktionsfähige Geodäsie-Lieferkette bildet die Grundlage für sicherheitskritische Anwendungen, die nationale Sicherheit, die Überwachung des Klimawandels, für mobile Dienste und industrielle Anwendungen wie Luftfahrt, Landwirtschaft, Infrastrukturentwicklung und Verkehr. Kein Mitgliedstaat kann alle Anforderungen dieser Geodäsie-Lieferkette alleine erfüllen.



Abbildung 25: Feierliche Eröffnung des UN-GGCE durch Staatssekretärin Juliane Seifert am 29. März 2023.

Die Hauptziele des UN-GGCE unter dem Motto „Stronger.Together“ sind:

- Unterstützung der UN-Mitgliedstaaten und geodätischen Organisationen bei der Planung von Maßnahmen zur Stärkung der Zusammenarbeit
- Koordination der Investitionen in die globale Geodäsie-Lieferkette
- Erleichterung des Zugangs zu geodätischen Daten, der Standardisierung von Abläufen der globalen Geodäsie sowie bei der regionalen und lokalen Verdichtung der geodätischen Infrastruktur
- Technische Unterstützung im Fachbereich der Geodäsie, insbesondere beim Kapazitätsaufbau in Entwicklungsländern

Deutschland ist bestrebt, einen dauerhaften Betrieb des UN-GGCE in Bonn sicherzustellen. Daher wurde die Vereinbarung mit den Vereinten Nationen am 12. Februar 2025 um weitere fünf Jahre (2026–2030) verlängert.

2. Geodaten für Entwicklung – Unterstützung des GEO-LDN Flagship, um den Verlust von Böden zu stoppen

Die Land Degradation Neutrality Initiative der Group on Earth Observations (GEO-LDN) unterstützt Länder dabei, den Verlust von Böden bis 2030 zu stoppen. Die Initiative wurde 2018 ins Leben gerufen, um die Beschlüsse des internationalen „Übereinkommens der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Desertifikation“ (UNCCD) umzusetzen. Im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) stellt die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH seit 2022 das GEO-LDN-Sekretariat. Das Engagement Deutschlands für GEO-LDN wird international anerkannt – sowohl von den UNCCD-Vertragsparteien als auch von den 115 Mitgliedstaaten der Group on Earth Observations, die GEO-LDN zum GEO-Flagship ernannt haben.

Auf Grundlage eines klaren politischen Mandats der UNCCD-Vertragsparteien (Beschluss 9/COP 13) wurde 2018 in Kyoto die GEO-LDN-Initiative von der Group on Earth Observations (GEO) gegründet. Die UNCCD-Vertragsparteien würdigten den Beitrag der GEO-LDN-Initiative sowohl bei der COP 14 (New Delhi 2019), als auch bei der COP 15 (Abidjan 2022) und bekräftigten den Auftrag zur Unterstützung bei der Berichterstattung zu LDN. Gleichzeitig stärkten sie die Initiative in ihren Aufgaben, das LDN-Monitoring für die Planung und Umsetzung von LDN nutzbar zu machen und die politische Relevanz von Erdbeobachtungsdaten und -tools zu erhöhen. Bei der Umsetzung von LDN geht es um das Prinzip, dass keine weitere Verschlechterung der Landflächen im Vergleich zum Ausgangszustand im Jahr 2000 erfolgen soll. Sieben Beschlüsse der COP 15 (Abidjan 2022) beziehen sich direkt auf GEO-LDN und äußern teilweise sehr konkrete Bedürfnisse der Vertragsstaaten.

GEO-LDN arbeitet eng mit der UN-Konvention zur Bekämpfung der Desertifikation (UNCCD) zusammen und hat bedeutende Fortschritte bei der Unterstützung der Berichterstattung zum Nachhaltigkeitsziel SDG 15.3.1 und seinen Unterindikatoren erzielt. Durch das Engagement des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) wurde die „GEO Land Degradation Neutrality“ Initiative (GEO-LDN) im Rahmen des neuen GEO-Arbeitsprogramms zu einem Vorzeigeprojekt („Flagship Initiative“) der „GEO aufgewertet“.

Die GEO-LDN-Initiative trägt entscheidend zur Erreichung von SDG 15 „Leben an Land“ bei.

GEO-LDN unterstützt Partnerländer dabei, bis 2030 weiteren Verlust produktiver Landflächen zu stoppen. Durch den vereinfachten Zugang zu Erdbeobachtungsinformationen, Analysewerk-

zeugen und dem zugehörigen Aufbau von Kompetenzen zur Auswertung der Daten können diese Länder ihre Strategien zur Landnutzung nachhaltiger gestalten, Fortschritte beim Schutz und der Wiederherstellung von Böden effektiv nachverfolgen und fundierte Entscheidungen zur zukünftigen Landnutzung treffen.

Durch die Förderung der GEO-LDN-Initiative unterstützt Deutschland den Kampf gegen Landdegradation.

Das Sekretariat für die Initiative ist in Deutschland bei der GIZ am Standort Bonn angesiedelt. Die GIZ stellt eine der drei GEO-LDN Ko-Vorsitzenden. Zudem gibt es vier Facharbeitsgruppen: Aufbau von Kompetenzen, Datenqualität-Standards, Datenanalyse und Entscheidungshilfen, die politische Akteure darin unterstützen, fundierte Entscheidungen zur Landnutzung und -bewirtschaftung zu treffen.

Die LDN-Toolbox, eine Sammlung relevanter und frei verfügbarer Software, Datensätze und Methoden zur Messung von Degradation und Planung von Ausgleichsmaßnahmen, unterstützt Länder dabei, den Anteil an degradierten Flächen zu stabilisieren oder zu verringern.

GEO-LDN stärkt den Wissenstransfer und den Kompetenzaufbau in den Partnerländern. Dazu gehören u. a. eine Reihe von Online-Seminaren sowie E-Learnings, die in Zusammenarbeit mit der FAO und der UNCCD angeboten werden. Des Weiteren wurde der erste Postgraduierten-Studiengang zu LDN mit Unterstützung der University for Energy and Natural Resources (UENR) in Sunyani, Ghana, entwickelt. Der Studiengang soll Modellcharakter haben.

Mit der Unterstützung von GEO-LDN können die Partnerregierungen Interventionen priorisieren, Ergebnisse überwachen, die Bewirtschaftung ihres

Landes verbessern und den Umsetzungsstand an die UNCCD berichten, um so zum Monitoring der Erreichung der nachhaltigen Entwicklungsziele (SDG) beizutragen. In Dialogveranstaltungen sowie durch den Online-Support entwickelt GEO-LDN gemeinsam mit den Partnerländern Lösungen für nationale Anwendungsfälle im Bereich Landnutzung. Dies umfasst z. B. die Entwicklung einer flächenschonenden Raumplanung, nachhaltiges Wald- und Weidemanagement oder die Planung von Maßnahmen zur Wiederherstellung von Ackerland, Weideland, Wäldern und Flusslandschaften. Ein zentrales Prinzip dabei ist, dass Lösungen von Anfang an gemäß den „Digital Development Principles“ (Design with people) in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Nutzerinnen und Nutzern entwickelt werden.

Die GEO-LDN-Initiative fördert globale Umweltziele und deutsche Entwicklungsprioritäten.

Ein anschauliches Beispiel für die erfolgreiche Unterstützung der UNCCD-Vertragsstaaten ist der Anwendungsfall zur Reduzierung der Entwaldung und der damit verbundenen Bodenerosion im Einzugsgebiet des Lake Baringo in Kenia. Eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern von Ministerien, Universitäten und Nicht-Regierungsorganisationen, hat mithilfe von Geoinformationen die besonders stark von Landdegradation betroffenen Gebiete kartiert und geeignete Standorte für die Wiederaufforstung mit passenden einheimischen Baumarten identifiziert. GEO-LDN unterstützte das Team bei der Auswahl relevanter raumbezogener Daten und stellte ein benutzerfreundliches, webbasiertes Geoinformationssystem zur Entscheidungsunterstützung bereit. Das Team verteilt nun Setzlinge an Schulen in den ausgewählten Gebieten und plant, Satellitendaten auch für das Monitoring des Erfolgs der Wiederaufforstungsmaßnahmen zu nutzen.

Der nächste Meilenstein für GEO-LDN ist die 16. Vertragsstaatenkonferenz (UNCCD COP 16) der UNCCD im Dezember 2024 in Riad, Saudi-Arabien. Auf der COP 16 wird GEO gemeinsam mit GEO-LDN einen Pavillon präsentieren und auf hochrangigen Side Events zeigen, wie die Nutzung von Geodaten dazu beitragen kann, Landressourcen zu überwachen und nationale Entscheidungen sowie Planungen zu verbessern. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Integration dieser Überlegungen in den nächsten Strategierahmen der UNCCD.

Deutschland ist maßgeblich an der GEO-Flagship-Initiative zur „Land Degradation Neutrality“ (GEO-LDN) beteiligt und stellt das Sekretariat der Initiative in Bonn. Mit der finanziellen Unterstützung des BMZ in Höhe von 6,2 Millionen Euro über viereinhalb Jahre wird die Initiative gestärkt, um den Zugang zu Erdbeobachtungsdaten zu erleichtern und Kapazitäten für nachhaltiges Landmanagement aufzubauen.

GEO-LDN unterstützt die Umsetzung des Nachhaltigkeitsziels SDG 15.3.1, das darauf abzielt, den Anteil degradiertter Landflächen bis 2030 zu stabilisieren oder zu verringern. Die Initiative hilft den Ländern, die Fortschritte beim Schutz und bei der Wiederherstellung von Böden nachzuverfolgen und fundierte Entscheidungen zur Landnutzung zu treffen.

Mit der Unterstützung von GEO-LDN leistet Deutschland einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung globaler Umweltagenden und der UNCCD-Beschlüsse. GEO-LDN arbeitet an der Schnittstelle der drei Rio-Konventionen und des Sendai-Rahmenwerks und unterstützt digitale und multilaterale Ansätze in der deutschen Entwicklungszusammenarbeit.

Schlusswort

Dieser Bericht verdeutlicht anhand zahlreicher Leuchtturmprojekte die zentrale Rolle von Geoinformationen in unserer Gesellschaft. Sie sind heute in nahezu allen Lebensbereichen präsent und unverzichtbar. Geoinformationen helfen uns, den Raum, in dem wir leben, zu verstehen, Informationen zu bündeln und zu verknüpfen, um auf dieser Basis fundierte Entscheidungen für zukunftsfähige Lösungen zu treffen. Ob in der Mobilität, der Stadtplanung, im Klimaschutz oder der Sicherheitsvorsorge – raumbezogene Daten liefern den entscheidenden Mehrwert, um komplexe Zusammenhänge zu erfassen und nachhaltig zu handeln. So können wir unsere Gesellschaft fortwährend modernisieren und resilienter gestalten.

Geoinformationen sind heute in nahezu allen Lebensbereichen präsent und unverzichtbar.

Neben klassischen Produkten wie topografischen Karten und Navigationsdiensten ermöglicht der technische Fortschritt heute Anwendungen, die früher undenkbar waren. Wesentliche Treiber dieser Entwicklung sind der vermehrte Einsatz moderner Datenerfassungsmethoden, insbesondere der Fernerkundung, kombiniert mit der fortschreitenden Digitalisierung. Die rasanten Entwicklungen erlauben es uns, große Bereiche unseres Landes innerhalb kürzester Zeit flächendeckend zu erfassen.

Dabei entstehen enorme Datenmengen, deren Auswertung und Sicherstellung der Datenqualität große Herausforderungen mit sich bringen. Diesen begegnen wir mit modernen Methoden zur Datenanalyse, -verknüpfung und -darstellung. Insbesondere der zunehmende Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) ermöglicht eine schnelle und effiziente Datenverarbeitung. Technologische Innovationen wie Building Information Modeling (BIM) und Digitale Zwillinge eröffnen völlig neue Möglichkeiten, um räumliche Prozesse mit Informationen unterschiedlichster Disziplinen zu verknüpfen, sie zu simulieren und besser zu verstehen. Diese Trends prägen nicht nur den aktuellen Fortschritt, sondern werden auch künftige Innovationen in nahezu allen Lebensbereichen beeinflussen.

Geoinformationen sind die räumliche Klammer und bilden einen Rahmen für Informationen und Simulationen.

Es liegt auf der Hand, dass Geoinformationen weiterhin von zentraler Bedeutung bleiben – sowohl auf nationaler als auch auf globaler Ebene.

Sie bilden die räumliche Klammer für eine Vielzahl verknüpfbarer Informationen, dienen als Rahmen für Simulationen sowie als Basis für Lösungen und Entscheidungen. Die Herausforderung besteht darin, diese Daten sinnvoll zu nutzen, um die drängendsten Fragen unserer Zeit zu beantworten, sei es in Bezug auf den Klimawandel, den Schutz natürlicher Ressourcen oder die Sicherung der Lebensqualität.

Geoinformationen werden für die Gestaltung unserer Gesellschaft eine Schlüsselrolle einnehmen.

Die Zukunft im Bereich der Geoinformationen bleibt spannend. Die dynamische Entwicklung bietet uns viele Chancen, die die Akteure im Geoinformationswesen sicherlich ergreifen werden, um eine moderne, nachhaltige und resiliente Gesellschaft zu gestalten. Geoinformationen werden dabei eine Schlüsselrolle spielen – für eine sichere, vernetzte und zukunftsorientierte Welt.

Abkürzungs- verzeichnis

AA	Auswärtiges Amt
AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
API	Application Programming Interface
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BALM	Bundesamt für Logistik und Mobilität
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BiB	Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMI	Bundesministerium des Innern
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
COP	Conference of the Parties
DFS	Deutsche Flugsicherung
DGM	Digitales Geländemodell
DigiZ-DE	Digitaler Zwilling Deutschland
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DMS	Datenmanagementsystem
DOP	Digitales Orthofoto
DVO	Durchführungsverordnung
DWD	Deutscher Wetterdienst
DZSF	Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
FAQ	Frequently Asked Questions
GDI-DE	Geodateninfrastruktur Deutschland
GEO	Group on Earth Observations
GEO-LDN	Land Degradation Neutrality Initiative der Group on Earth Observations

GGRF	Globaler Geodätischer Referenzrahmen
GIS.....	Geoinformationssystem
GIZ.....	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
HVD	High Value Datasets
IF-Bund	Innovative Fernerkundung für die Bundesverwaltung
JKI	Julius Kühn-Institut
KI	Künstliche Intelligenz
KMK	Kultusministerkonferenz
KOSTRA-DWD ..	Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD
LAWA.....	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LBM-DE.....	Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland
LG GDI-DE.....	Lenkungsgrremium Geodateninfrastruktur Deutschland
LGV	Hamburger Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung
LiDAR.....	Light Detection and Ranging
LV/BV.....	Landes- und Bündnisverteidigung
NGIS	Nationale Geoinformationsstrategie
NRW	Nordrhein-Westfalen
OGC.....	Open Geospatial Consortium
OSI.....	Online-Service-Infrastruktur
PoC	Point of Contact
SatCen	European Union Satellite Centre
SDG	Sustainable Development Goal
SEA	Service in Support to EU External and Security Actions
SESA	Service in Support to EU External Actions
SKD	Satellitengestützter Krisen- und Lagedienst
StBA.....	Statistisches Bundesamt
UBA.....	Umweltbundesamt
UENR	University for Energy and Natural Resources
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
UN-GGCE.....	United Nations Global Geodetic Centre of Excellence
VS-NfD.....	Verschlusssache – Nur für den Dienstgebrauch
WFS.....	Web Feature Service
WMS.....	Web Map Service
ZGeoBw.....	Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einzelbaumerkennung und die anschließende Ableitung von Merkmalen der Einzelbäume	8
Abbildung 2: Die Elbphilharmonie Hamburg als potenzielles Flughindernis?	8
Abbildung 3: Das Digitallabor kann Planerinnen und Planern sowie Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern helfen, ihre Szenarien räumlich abzubilden	9
Abbildung 4: Abgeleitete Landbedeckung für ein Weinanbaugebiet in Baden-Württemberg	13
Abbildung 5: Teilergebnisse des Projekts Sat4GWR. (Quelle: Geobasis NRW)	15
Abbildung 6: Teilergebnisse des Projekts Fe4ErSSiGG	16
Abbildung 7: Teilergebnisse des Projekts DatKI4BKG (Quelle: LBM-DE © GeoBasis-DE/BKG (2015); LBM-DE Ausschnitt © DLR (2023))	16
Abbildung 8: Untersuchungsgebiete des Projekts FNEWs (Quelle: Thünen-Institut)	18
Abbildung 9: Ausschnitt des FNEWs-Jahresproduktes am Huzenbacher See, hinterlegt mit einem Luftbildausschnitt aus dem Jahr 2021 (Quelle: Thünen-Institut)	18
Abbildung 10: Gegenüberstellung der Luftbildqualitäten der DOP und der Sentinel-2-Satellitenbilder (Quelle: Vision Impulse GmbH 2024; DOP © Geobasis-DE/BKG (2024), Sentinel-2 © Copernicus (2024), Polygone © OSM (2023)) ...	20
Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung der KI-generierten Klassifizierung von Brachflächen (Quelle: Vision Impulse GmbH 2024; Bilder © 2024 Airbus, Geobasis-DE/BKG, Maxar Technologies, Kartendaten © 2024 GeoBasis- DE/BKG © 2009, Google)	21
Abbildung 12: Prototyp des Sanierungszwillings der Stadt Regensburg (Quelle: Amt für Stadtentwicklung, Regensburg)	23

Abbildung 13: Logo der Initiative BIM Deutschland, © www.bimdeutschland.de 25	Abbildung 20: Darstellung der Nutzeroberfläche des Online-Dienstes (sf.julius-kuehn.de/ mapviewer/dynawi) 43
Abbildung 14: Drehscheibe DEU – Militärkonvoi auf einer deutschen Autobahn, © Bundeswehr/Marco Dorow 29	Abbildung 21: Historische Verteilung der Agrarwetterindikatoren (AWI-Atlas) 43
Abbildung 15: Mosaik aus hochaufgelösten Luftbild- aufnahmen des Ahrtals, aufgenommen von einem RECCE Tornado der Bundeswehr und Detailaufnahmen von Altenburg bei Altenahr. (Quelle: ZGeoBw) 30	Abbildung 22: Spezialkarte Seewetter mit Regenradar, Windgeschwindigkeit, -richtung und Luftdruck, © BSH, 2024 46
Abbildung 16: Überflutungstiefen für ein außergewöhnliches (l.) und extremes (r.) Starkregenereignis 34	Abbildung 23: Spezialkarte „Meeresinformationen“ mit Regenradar, Pegelstationen Nordsee und Ostsee und Warnungen Küste, © BSH, 2024 ... 46
Abbildung 17: Fließgeschwindigkeiten für ein außergewöhnliches (l.) und extremes (r.) Starkregenereignis 34	Abbildung 24: Logo des United Nations Global Geodetic Centre of Excellence (UN-GGCE), © UN 50
Abbildung 18: Schwerpunkte der NGIS 2.0 39	Abbildung 25: Feierliche Eröffnung des UN-GGCE durch Staatssekretärin Juliane Seifert am 29. März 2023, © BKG 51
Abbildung 19: Gesellschaftliche Herausforderungen vs. Schwerpunkte der NGIS 2.0 40	

