

# Technologietrends



Erschienen in den DVW-Nachrichten  
von 2019 bis 2022

DVW e. V. – Arbeitskreis 2  
»Geoinformation und Geodatenmanagement«

## INHALT

- 1 Der Arbeitskreis 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement« schaut nach vorne
- 2 Blockchain – Das Grundbuch an der Technologiekette
- 4 Cloud-Computing – Über den Wolken ... müssen Geodaten wohl grenzenlos sein
- 6 Die nächste GDI-Generation – Ein Blick in die Zukunft –
- 8 Geodaten aus der Maschine: Künstlicher – Schneller – Besser?
- 10 Mixed Reality – Die erweiterte Vermessung der Realität
- 12 Internet der Dinge, Edge-Computing & Cloud-Computing
- 14 Semantic Web & Linked Data – Geoda(e)ten vernetzt euch!
- 16 Echtzeit-GIS – Echt jetzt?
- 18 GeoScienceFiction – die Zukunft beginnt jetzt!

## IMPRESSUM

### Technologietrends:

Dieses Kompendium umfasst alle Beiträge, die in der Reihe »Technologietrends« in den DVW-Nachrichten in den Jahren 2019 bis 2022 erschienen sind.

zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformtion und Landmanagement

### Herausgeber:

DVW e.V. – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement  
[www.dvw.de](http://www.dvw.de)

### Autoren:

Mitglieder des DVW-Arbeitskreis 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«

### Verlag und Herstellung:

Wißner-Verlag, Augsburg | [www.geodaesie.info](http://www.geodaesie.info)

Stand: Februar 2023

Bildnachweis Titelseite: INTERGEO 2019 / Hinte Messe- und Ausstellungs-GmbH

**Der Arbeitskreis 2  
»Geoinformation und Geodatenmanagement« schaut nach vorne**

**Zusammenfassung**

Begriffe wie Blockchain oder Künstliche Intelligenz sind in aller Munde. Immer wieder werden solche Technologien auf politischer, wissenschaftlicher oder gesellschaftlicher Ebene diskutiert. In Presseberichten liest man insbesondere im Kontext der Digitalisierung oder des Datenschutzes zunehmend über diese Trends, wobei die genauen technischen Hintergründe oft wenig bekannt sind.

Was genau verbirgt sich hinter diesen Begriffen bzw. Technologien und welche Auswirkungen haben diese aktuellen und künftigen Entwicklungen auf die geodätischen Berufsfelder? Die Arbeitsgruppe »Technologietrends« des Arbeitskreises 2 (AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«) beantwortet diese und andere Fragen in der vorliegenden Beitragsserie.

**1 Einleitung**

In der vergangenen Arbeitsperiode 2019–2022 beschäftigte sich der AK 2 mit den Themen »BIM und Geodäsie«, »Wert von Geoinformation« und »Geodatenmanagement«. Die inhaltliche Erarbeitung der Bereiche brachte immer wieder neue Begrifflichkeiten technologischer Trends hervor, die in der Regel aus der allgemeinen Informationstechnologie kommen, aber auch für die Bereiche Geodäsie und Geoinformation von großer Bedeutung sind oder sein werden. Daraus ergeben sich verschiedene Fragen zu den neuen Technologien:

- Welche Schnittmengen bestehen zwischen den technologischen Trends und den geodätischen Berufsfeldern?
- Wie können diese neuen Entwicklungen geodätische Arbeitsprozesse unterstützen, verbessern und optimieren?
- Welche Chancen und Risiken entstehen durch den Einsatz der neuen Technologien?

Um diese Fragestellungen zu beantworten und die Inhalte der technologischen Trends damit etwas greifbarer zu machen gibt die AG Technologietrends allen Interessierten Informationen zu den aktuellen Technologietrends an die Hand. Diese erschienen in den ungeraden Ausgaben der zfv, beginnend ab Heft 1/2020 bis Heft 5/2022. Dabei wurden die zugrunde liegenden Fragestellungen in einer gleichbleibenden Struktur aufgearbeitet. Diese umfasst neben einer Beschreibung des Trends und dem fachlichen Bezug auch eine kurze Auflistung weiterführender Literatur. Abschließend wird jeder Technologietrend hinsichtlich seines Potenzials durch die Autoren anhand einer Skala nach den



Foto: INTERGEO 2019 / HINTE Messe- und Ausstellungs-GmbH

Kriterien *berufliche Relevanz*, *technologische Praxisreife* und *geodätische Praxisreife* bewertet.

**2 Themenschwerpunkte**

Derzeit existiert eine Vielzahl verschiedenster technologischer Trends, welche in den Medien und den politischen Diskussionen mehr oder weniger präsent sind. Dies betrifft beispielsweise Themen wie Blockchain, Data Mining, Künstliche Intelligenz oder Augmented Reality, welche jedoch hinsichtlich ihrer Relevanz vor dem Hintergrund einer Auswahl für diese Beitragsserie schwer zu gewichten sind. Daher erfolgte eine Schwerpunktsetzung durch die Autoren, die in nachstehender Titelliste mündete:

- Blockchain – Das Grundbuch an der Technologiekette
- Cloud-Computing – Über den Wolken ... müssen Geodaten wohl grenzenlos sein
- Die nächste GDI-Generation – Ein Blick in die Zukunft –
- Geodaten aus der Maschine: Künstlicher – Schneller – Besser?
- Mixed Reality – Die erweiterte Vermessung der Realität
- Internet der Dinge, Edge-Computing & Cloud-Computing
- Semantic Web & Linked Data – Geo-da(e)ten vernetzt euch!
- Echtzeit-GIS – Echt jetzt?
- GeoScienceFiction – die Zukunft beginnt jetzt!

**3 Gliederung**

Die Artikel der Serie folgen einer immer gleichen Struktur, welche auf eine Homogenität und Vergleichbarkeit der Beiträge abzielt. Diese gliedert sich in folgende Abschnitte:

- **Beschreibung:** Die Beschreibung umfasst eine Charakterisierung und Erläuterung des Technologietrends, um eine Vorstellung zu erhalten, worum es sich eigentlich handelt. Diese Beschreibung wird weitgehend fachbezugs- und wertfrei sein.
- **Fachlicher Bezug:** Dieser Abschnitt stellt den konkreten Bezug zur Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik her. Dies umfasst fachliche Beispieldarstellungen sowie auch Potenzialabschätzungen des Technologietrends.
- **Stand der Technik:** Dieser Abschnitt soll zeigen, welche Initiativen und Projekte

bereits bestehen, um die Technologie zu nutzen, bzw. welchen Umsetzungsstatus die bestehenden Initiativen haben.

- **Weiterführende Literatur:** Dieser Abschnitt enthält neben der referenzierten Literaturliste weitere Links und Verweise, die es dem interessierten Leser erlauben, sich vertieft mit dem Technologietrend auseinanderzusetzen.

Den Abschluss eines Beitrages bildet jeweils die DVW-Bewertungsmatrix. Diese nimmt eine Einordnung des jeweiligen Technologietrends in den nachfolgenden drei Kategorien vor:

- **Berufliche Relevanz:** Bewertet das Veränderungspotenzial für den Berufsstand des Geodäten. Dies umfasst die potenziellen Auswirkungen auf die täglichen Arbeitsabläufe oder die Relevanz für Aus- und Fortbildung.
- **Technologische Praxisreife:** Bewertet die grundsätzliche technologische bzw. die praktische Marktreife des jeweiligen Trends. Kernfrage ist dabei, ob es bereits Produkte gibt, welche die Technologie in Domänen anwendbar machen.
- **Geodätische Praxisreife:** Bewertet die technologische bzw. die praktische Marktreife des jeweiligen Trends hinsichtlich der konkreten Anwendungsdomäne der Geodäsie und Vermessung.

Die Bewertung erfolgt anhand von Zielmarken auf einer intuitiv deutbaren Skala von gering (null Zielmarken) bis hoch (drei Zielmarken). Das Beispiel (siehe Tabelle) erläutert dies grafisch in aufsteigender Bewertung.

DVW-Bewertungsmatrix			
Berufliche Relevanz	●	●●	●●●
Technologische Praxisreife	●	●●	●●●
Geodätische Praxisreife	●	●●	●●●

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt; Mitglieder des AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«*

## Blockchain – Das Grundbuch an der Technologiekette

### Beschreibung

Eine Blockchain ist eine kontinuierlich erweiterbare Liste (Kette oder Chain genannt) von Datensätzen (Blöcken), welche über einen verschlüsselten Datenaustausch miteinander verkettet sind. Jeder Block enthält dabei u. a. einen Verweis auf den vorhergehenden Block, einen Zeitstempel und Transaktionsdaten. Eine der bekanntesten Anwendungen ist die Kryptowährung Bitcoin.

Dadurch, dass die Transaktionsdaten dezentral auf allen Anwendungen (Clients) für jedermann sichtbar und nachvollziehbar gespeichert werden, gilt dieses System als manipulationsresistent und transparent. Als öffentlich zugängliche Verzeichnisse können Blockchains alle Arten der Aktenführung effizienter gestalten, wie beispielsweise die Eigentumsregistrierung von Grundbesitz.

Der Einsatz von Blockchain ist auch denkbar, um eine kontinuierlich erweiterbare Liste von Buchungen dezentral zu führen. Weil viele Teilnehmer an der Buchführung beteiligt sind, muss jeweils der richtige Zustand dokumentiert werden. Dieses Konzept wird als Distributed-Ledger-Technologie (DLT, dezentral geführte Buchungstechnologie) bezeichnet. Was damit gebucht und dokumentiert werden soll, ist dabei unerheblich. Entscheidend ist, dass spätere Transaktionen auf früheren Transaktionen aufbauen und diese als richtig bestätigen, indem sie die Kenntnis der früheren Transaktionen beweisen. Buchungen müssen auch nicht gleich Eigentumsübergänge sein, sondern es kann beispielsweise auch eine formale Bestätigung des Vorliegens aller erforderlichen Unterlagen durch den Notar getätigt werden, damit ein notarieller Grundstückskaufvertrag angefertigt werden kann. Somit könnten auch einzelne Bearbeitungsschritte des Prozesses einer Eigentumsübertragung zum einen beschleunigt und zum anderen transparenter gemacht werden, damit sich die Beteiligten jederzeit einen Überblick über den Verfahrensstand machen können.

### Fachlicher Bezug

Auf internationaler Ebene gibt es derzeit eine Reihe von Aktivitäten und Projekten im Bereich der freiwilligen Eigentumsregistrierung als Alternative zu den staatlich organisierten Strukturen, wobei hier dem Vermessungsingenieur eine zentrale Rolle zugeordnet ist. Hierfür wird die Blockchain-Technologie für den Grundstücksverkehr in Erwägung gezogen und zum Teil schon genutzt. Vor allem in Entwicklungsländern, in denen es (noch) kein gesetzlich verankertes und durch eine unabhängige Gerichtsbarkeit kontrolliertes



Foto: INTERGED 2017/HINTE Messe- und Ausstellungs-GmbH

Verwaltungshandeln gibt, bietet dieses Vorgehen Potenzial.

Die Idee, ein Grundbuch mit einer Blockchain-gestützten Lösung einzuführen oder ein vorhandenes zu ersetzen oder wenigstens zu erweitern, geht auf die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Blockchain-Technologie zurück. Bei vielen derzeit laufenden Blockchain-Projekten ist das Ziel der schnelle und verlässliche Aufbau eines Katasters insbesondere in Gebieten ohne bisherige Eigentumsregelung (z. B. Elendsvierteln) mit einfachen Methoden. Aber auch in Ländern, in denen ein Grundbuch und ein rechtssicherer Eigentumsübergang bereits verlässlich Eigentum sichern, wird der Einsatz dieser Technologie (z. B. Schweden) im Rahmen von eGovernment-Projekten diskutiert und prototypisch umgesetzt. Das Ziel ist hier insbesondere eine Beschleunigung des Prozesses der Eigentumsübertragung.

Eine neue Technologie sollte nur dann eingeführt werden, wenn sie bestehende Defizite von eingeführten Verfahren beseitigt. Vorliegend wäre dies, neben der Beschleunigung einer Eigentumsänderung, ebenfalls das Vermindern intransparenten Verwaltungshandelns.

In Deutschland ist der Prozess des Eigentumsübergangs eines Grundstücks standardisiert, rechtssicher und nachvollziehbar, aber er wird mitunter als zu lange empfunden. Bei diesem Prozess spielt die Vermessungsverwaltung zwar eine wichtige, aber dennoch sekundäre Rolle, da sie das Verfahren lediglich begleitet. Soll also der Prozess »Eigentumsübergang« mit Blockchain-Technologie unterstützt und damit beschleunigt werden, wäre das die Aufgabe der federführenden Institutionen, vorliegend der Grundbuchverwaltung.

Auch in Deutschland könnten durch Einführung eines Blockchain-gestützten Grundbuches möglicherweise folgende Vorteile erzielt werden:

- Schnellere Umsetzung eines anstehenden Eigentümerwechsels im Grundbuch
- Automatisierte Benachrichtigungen über Änderungen im Grundbuch und im Kataster (z. B. Eigentümerwechsel)
- Mehr Transparenz für Kunden rund um den Eigentümerwechsel im Grundbuch und Kataster
- Vermeiden von physischen Archiven (Verträge, Dateien) bei den beteiligten Akteuren

- Mehr Flexibilität und Robustheit
- Höhere Sicherheit für Akteure des Grundbuchwesens durch mehr Transparenz

Für die öffentliche Verwaltung stellt die Blockchain-Technologie eine Infrastruktur in Aussicht, die erstmals eine fälschungsresistente und transparente Automatisierung grundlegender Verwaltungsprozesse ermöglicht. Allerdings stehen diesem Potenzial auch Herausforderungen gegenüber, die im Rahmen einer Blockchain-Governance (Verhaltensregeln) zu definieren sind. Vor der Implementierung eines Blockchain-gestützten Grundbuches wird die öffentliche Verwaltung zur Schadensabwendung und -minimierung Regulierungsmechanismen etablieren müssen, die eine jederzeitige Kontrolle der Blockchain garantieren. Zudem sind auch Prozesse zur fortlaufenden Qualitätssicherung der verwendeten Softwarekomponenten in der öffentlichen Verwaltung zu implementieren.

Diesen Herausforderungen muss bei der möglichen Konzeption eines Blockchain-gestützten Grundbuches durch angemessene Governance-Maßnahmen Rechnung getragen werden, damit die Blockchain-Technologie überhaupt gefördert und eingeführt werden kann. Eine aktive oder gar federführende Rolle des amtlichen Vermessungswesens kann hierbei zunächst nicht erkannt werden.

### Bestehende Initiativen

Viele Länder beschäftigen sich derzeit schon mit Pilotprojekten zu Blockchain-gestützten Lösungen im Kataster- und Grundbuchwesen. Ein paar wenige sind im Folgenden aufgelistet:

**Schweden //** Schwedens Grundbuch-Behörde »Lantmäteriet« hat ein zweistufiges Projekt durchgeführt, um Immobilientransaktionen auf die Blockchain zu verlagern. Immobilien werden in diesem Projekt per Smart Contracts verkauft, deren Umsetzung von Banken und Intermediären überwacht wird.

**United Kingdom //** Das britische Grundbuchamt will die Blockchain-Technologie in Kürze testen. Eine Registrierung auf der Blockchain soll zu einer staatlich garantierten Eigentumsgarantie führen.

**USA //** Die »Chicago Cook County Recorder of Deeds« (CCRD) führte ein Pilotprojekt zur Verwendung von Blockchain-Registern für Immobilien durch. Das Pilotprojekt konzentrierte sich auf rund 2000 leerstehende Objekte in Chicago und testete das Verbinden von physischen Eigenschaften mit einem digitalen Asset.

**Dubai //** Das Dubai Land Department (DLD) verwendet die Blockchain-Technologie zur Speicherung von Immobilientransaktionen. Das System verbindet Immobilien mit der Dubai Electricity & Water Authority (DEWA) und umfasst auch Mieter-Informationen und Visa-Status. Diese Blockchain-Lösung ist Teil der Dubai Blockchain Strategie, die im Oktober 2016 erstellt wurde und bis zum Jahr 2020 gewährleisten soll, dass alle Transaktionen auf einer Blockchain verarbeitet werden.

**Georgien //** Die Republik Georgien war die erste nationale Regierung, die die Blockchain-Technologie verwendet hat, um Aufzeichnungen über offizielle Transaktionen zu speichern. Georgien hat damit begonnen, staatliche Grundstücke in die Registrierung aufzunehmen und hat im zweiten Schritt private Grundstücke aufgenommen. Georgien plant, auch Treuhand- und Notardiensleistungen auf die Blockchain zu übertragen.

**Weiterführende Literatur**

Eine kleine Übersicht weiterführender Literatur ist über den folgenden Link gelistet: <http://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends>



DVW-Bewertungsmatrix			
Berufliche Relevanz			
Technologische Praxisreife			
Geodätische Praxisreife			

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt; Mitglieder des AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«*

► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 1/2020 erschienen.

## Cloud-Computing – Über den Wolken ... müssen Geodaten wohl grenzenlos sein

### Beschreibung

Die Nutzung der Cloud wächst in Deutschland so stark wie nie zuvor. Bereits in 2018 nahmen ungefähr drei von vier Unternehmen in Deutschland Cloud-Dienste in Anspruch. Kostenersparnis und schnelle Skalierbarkeit werden dabei als wichtige Vorteile angesehen. Ferner ist dies ein Meilenstein in Richtung einer konsequenten Digitalisierung, weshalb durch die derzeitige Corona-Pandemie mit einem weiteren massiven Wachstum zu rechnen ist.

Unter Cloud-Computing versteht man Dienstleistungen, die IT-Ressourcen über ein Netzwerk bereitstellen (meist das Internet). Gegenstand der Leistungen sind Speicherplatz, Rechenkapazität und/oder Anwendungssoftware. Die Nutzung von Cloud-Computing gestattet es, auf die lokale Vorhaltung von Hard- und Software teilweise zu verzichten. Stattdessen wird die Datenspeicherung und -verarbeitung an einer anderen entfernten Stelle durchgeführt und über eine Netzwerkverbindung in Echtzeit verfügbar gemacht. Cloud-Computing erlaubt es daher, Investitions- und Betriebsaufwand umzuverteilen und zu bündeln. Grundlegende Voraussetzung dafür ist die Verfügbarkeit einer hohen Netzwerkbandbreite.

### Fachlicher Bezug

Die Nutzung von Cloud-Services kann für Unternehmen, Behörden und auch Privatpersonen interessant sein. Besonders vorteilhaft stellen sich die Angebote auch für zeitlich befristete Projekte, Start-Ups und Kleinunternehmen dar. Dies gilt auch für Organisationen und IT-Umgebungen, deren Bedarf und Wachstum nicht sicher prognostiziert werden kann.

Da die Anwendungsfelder der Geodäsie sehr stark von der Erhebung, Verarbeitung, Analyse, Präsentation und Verteilung digitaler raumbezogener Daten sowie großen Datenmengen durchzogen werden, sind zahlreiche potenzielle Cloud-Nutzungen denkbar – von der Nutzung von Standardsoftware in Vermessungsbüros und Behörden bis hin zur cloudbasierten Verarbeitung landesweiter oder bundesweiter Geodaten unterschiedlicher Sensoren in Zeitreihen.

Ein recht bekanntes Angebot aus dem Bereich der Geoinformationsverarbeitung dürfte QGIS-Cloud darstellen – ein WebGIS-Service für jedermann zur Erfassung, Speicherung und Veröffentlichung von Geodaten. Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder nutzt ebenfalls Cloud-Computing und betreibt derzeit



Bild: Peggy und Marco Lachmann-Anke, Pixabay

projektbezogene Entwicklungs- und Testumgebungen zur kollaborativen länderübergreifenden Zusammenarbeit.

### Stand der Technik

Der Ansatz des Cloud-Computings geht deutlich über traditionelle IT-Outsourcing-Modelle hinaus und stellt konsequent auf einen nutzer- und bedarfsgerechten Servicecharakter ab. Cloud-Dienste sind u.a. dadurch gekennzeichnet, dass sie durch den Nutzer bedarfsweise bezogen und angepasst werden können (on demand self service). So kann beispielsweise ein Massenspeicher kurzfristig per Mausklick »angemietet« bzw. erweitert oder verringert werden. Die hohe Flexibilität ermöglicht ein Eingehen auf unterschiedliche Auslastungszustände, beispielsweise bei der arbeits- und tageszeitabhängigen Bereitstellung von Office-Applikationen. Prägend ist weiterhin die Vergütung durch nutzungsmengenabhängige Abrechnungsmodelle (pay per use). Eine langfristige vertragliche Bindung muss i.d.R. nicht eingegangen werden.

Im Hintergrund nutzen Cloud-Anbieter vielschichtige Verteilungsmechanismen. Die physischen Komponenten eines Cloud-Anbieters sind häufig auf eine Vielzahl vernetzter Rechenzentren verteilt und werden durch anspruchsvolle Skalierungs- und Virtualisierungstechniken unterschiedlichen Nutzern als Verbundlösung zugeführt. Die Zuordnung zu einem bestimmten Rechner kann dabei oft nicht mehr nachvollzogen werden – vielmehr bleibt Anzahl und Ort der genutzten Server im Verborgenen und es entsteht der Eindruck einer »Datenverarbeitung in der virtuellen Rechenwolke«. Dahingehend unterscheidet sich ein Cloud-Service deutlich von klassischen Angeboten der Rechenzentren.

Cloud-Computing führt erwiesenermaßen zu einer deutlichen Effizienzsteigerung des IT-Betriebs, da es zu einer höheren Auslastung der Betriebsmittel und somit zu Kosten- und Energieeinsparungen führt. Darüber hinaus vereinfacht die »Auslagerung in das Internet« eine Steigerung der räumlichen und zeitlichen Verfügbarkeit von IT-Ressourcen und ermöglicht kollaborative Modelle des Zusammenwirkens von Menschen. Ganz wesentlich wirkt auch der vorteilhafte Aspekt der Reduzierung von Ausfallrisiken.

Weltweit betrachtet obliegt derzeit Amazon die Rolle des Marktführers im Cloud-

Markt. Die Produktpalette der Amazon Web Services ist vielfältig und hat sich in den zurückliegenden Jahren deutlich weiterentwickelt. Im Ranking folgen die Anbieter Microsoft und Google.

Unabhängig vom Anbieter lassen sich die Cloud-Dienste in drei Kategorien einteilen, welche sich im Grad der Gestaltungs- und Anpassungsmöglichkeiten durch den Nutzer unterscheiden.

// **Software as a Service (SaaS)** beinhaltet die Nutzung einer browserbasierten Anwendungssoftware. Erwerb, Installation und Pflege der Software auf einem lokalen Rechner entfallen dadurch. Des Weiteren kann die Software auf unterschiedlichen Endgeräten an unterschiedlichen Orten verwendet werden. Gängige Anwendungen sind webbasierte E-Mail-, Datenablage- und Office-Programme. Bekannte Beispiele für Cloud-Anwendungen sind Apple iCloud, Google Drive oder Nextcloud. Auf die Anwendungen haben die Cloud-Nutzer regelmäßig keinen administrativen oder kontrollierenden Zugriff.

// **Platform as a Service (PaaS)** bietet den Zugang zu Laufzeit- und Programmierumgebungen, in denen die Nutzer ihre eigenen Software-Anwendungen entwickeln oder ausführen können. Die bereitgestellte Infrastruktur stellt standardisierte Schnittstellen zur Verfügung, um Mandantenfähigkeit, Skalierbarkeit, Zugriffskontrolle, Datenbankzugriffe u.v.m. als Service nutzbar zu machen.

// Die weitreichendsten Möglichkeiten bieten jedoch Dienste der Kategorie **Infras-structure as a Service (IaaS)**. Sie umfassen die Bereitstellung einer Basisinfrastruktur, die u.a. Rechenkapazitäten und Speicherplatz vorhält. Die Nutzer installieren und pflegen das Betriebssystem und die Anwendungssoftware eigenständig. Im Vergleich zu den beiden vorstehenden Servicekategorien liegen hier die größten Individualisierungsmöglichkeiten vor.

Im Hinblick auf den Nutzerkreis werden Cloud-Angebote begrifflich differenziert in **Public Cloud** und **Private Cloud**. Erstgenannte bieten Services für die breite Öffentlichkeit primär über das Internet an. Eine Private Cloud ist hingegen eine Umgebung, die ausschließlich für eine bestimmte Gruppe bzw. Organisation betrieben wird.

Der mit der Nutzung von Cloud-Services verbundene Netzwerktransfer von Daten sowie die Auslagerung von Daten wirft zwangsläufig Fragestellungen zur Datensicherheit und zum Datenschutz auf. Dies gilt insbesondere für den Bereich sensibler Unternehmensdaten und für personenbezogene Daten. Wiederkehrende Nachrichten über Datensicherheitslecks oder Datendiebstahl verstärken die öffentliche Aufmerksamkeit. Daher reagieren die Cloud-Anbieter auf unterschiedliche Datenschutzbedürfnisse mit differenzierten Produkten. Eine rechtssichere Durchdringung der Thematik wird u.a. dadurch erschwert, dass derzeit keine international harmonisierte Gesetzgebung vorliegt, die IT-Systeme jedoch weltweit vernetzt agieren und der in juristischen Fragen maßgebende Standort des Servers ggf. nicht eindeutig identifiziert werden kann. Das deutsche Datenschutzrecht macht bei der Datenverarbeitung personenbezogener Daten die rechtliche Verantwortung am Cloud-Nutzer fest. Nimmt dieser von einem Cloud-Anbieter Dienstleistungen in Anspruch, so wird Letzterer als Auftragnehmer tätig. Der Cloud-Anwender bleibt hingegen gemäß § 11 Abs. 1 BDSG für die Einhaltung sämtlicher datenschutzrechtlicher Bestimmungen verantwortlich.

**Weiterführende Literatur**

Eine kleine Übersicht weiterführender Literatur ist über den folgenden Link gelistet:

<http://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends>



DVW-Bewertungsmatrix			
Berufliche Relevanz			
Technologische Praxisreife			
Geodätische Praxisreife			

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt, Andreas Becker; Mitglieder des AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«*

► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 3/2020 erschienen.

## Die nächste GDI-Generation – Ein Blick in die Zukunft –

### Beschreibung

Die Bereitstellung amtlicher Geodaten zum standardisierten Austausch mit den verschiedenen Nutzern aus öffentlichem und privatwirtschaftlichem Sektor basiert auf den Standards des Open Geospatial Consortiums sowie der ISO/TC 211 »Geographic Information/Geomatics«. Unter Beachtung der rasanten Entwicklungen, insbesondere im Bereich der Internettechnologien, droht die Aktualität dieser Standards zukünftig infrage gestellt zu werden. Die produktunabhängige Verarbeitung bereitgestellter geografischer Informationen erfordert bisweilen den Einsatz spezieller GIS-Werkzeuge und/oder individueller Anwendungsprogrammierungen, unter Beachtung eines erforderlichen Expertenwissens. Um den umfangreichen Bestand qualitätsgesicherter Geodaten einem breiten Nutzerkreis, ohne weitreichende Geoexpertise, zur Verfügung zu stellen, wird im Moment der Modernisierungsbedarf etablierter Datenbereitstellungsansätze diskutiert. Perspektivisch sollen auf diese Weise neue Nutzerkreise erschlossen und flexible Geodatenverarbeitungen unter Nutzung webbasierter Dienste etabliert werden.

Mit Hilfe dieser Standards konnte in den vergangenen Jahren ein solides Fundament für den produktunabhängigen Umgang mit geografischen Informationen und deren verteilte Bereitstellung und Nutzung über das Internet zur Verfügung gestellt werden. Allerdings konnten diese mit den rasanten Entwicklungen des Internets nicht Schritt halten, was die Aktualität dieser Standards kontinuierlich verschlechterte. Es ist daher zu befürchten, dass die Integration amtlicher Geodaten fortan ein ausgewiesenes Expertenwissen erfordert und folglich nur einem sehr begrenzten Nutzerkreis zugänglich ist. Künftig könnten daher nur noch Spezialanwender mit besonderem Expertenwissen diese Technologie verstehen und anwenden.

Die Nutzung bereitgestellter Daten samt zugehöriger Schnittstelle erfordert derzeit in der Regel spezielle GIS-Werkzeuge und/oder weiterführende Anwendungsprogramme, unter Beachtung der zugrunde liegenden Standards und Spezifikationen. Der Zugang zu diesen Datenquellen wird zahlreichen Nicht-Experten unter Beachtung des umfangreichen Datenangebots und Funktionsumfangs oft erheblich erschwert. Für Entwickler wäre es in vielen Fällen ausreichend, auf die Daten in intuitiver Weise sowie unter Nutzung eines reduzierten Funktionsumfangs zuzugreifen. Daher wird aktuell über den umfangreichen Modernisierungsbedarf der bestehenden und über Jahre eingesetzten Datenbereitstellungsansätze diskutiert, um breite Nutzerkreise mit dem Datenangebot



Bild: S. Schaiwig

zu erreichen und eine moderne Geodatenverwendung im Internet unter Verwendung standardisierter Webtechnologien zu ermöglichen. Damit soll auch der Webentwickler ohne nachweisliche Geoinformatikexpertise in die Lage versetzt werden, Geodaten für Laien nutzbar zu machen (»Geodaten einfach in die Nutzung bringen«).

### Fachlicher Bezug

Das OGC hat federführend mit der Überarbeitung des Web Feature Service Standards (anfangs unter der Bezeichnung WFS 3.0) begonnen, um die bestehenden Webservices weiterzuentwickeln und technologisch zu modernisieren. Aus »WFS 3.0« wurde mittlerweile »OGC API – Features«. Die Änderungen beschränken sich allerdings nicht nur auf technische Aspekte, sondern berücksichtigen neben der grundsätzlichen Architektur der OGC-Webdienste auch den gesamten Prozess der Entwicklung des Standards. Neu ist hier die Anwendung agiler Softwareentwicklungsmethoden, die beispielsweise auch eine längere Test- und Feedbackphase vor dem Beschluss des Standards vorsehen.

OGC API – Features ist eine Überarbeitung des WFS-Standards, der

- nicht mehr auf den klassischen OGC-Webdiensten aufsetzt, sondern auf offenen Anwendungsschnittstellen (API),
- moderne Technologien wie die OpenAPI-Spezifikation einsetzt,
- konsistent mit der aktuellen Architektur des World Wide Web und den Empfehlungen des Dokuments »(Spatial) Data on the Web Best Practices« (siehe [www.w3.org/TR/sdw-bp/](http://www.w3.org/TR/sdw-bp/)) ist,
- nicht mehr zwingend die Definition von Schemata für die Geodaten fordert,
- einen Fokus auf Software-Entwickler setzt,
- Authentifizierung und Zugriffsmechanismen über die Verwendung von OpenAPI bereits im Kern berücksichtigt und
- modulare Bausteine für den feingranularen Zugriff auf Geoobjekte für die Verwendung in Web-APIs definiert.

Parallel wird an vereinfachten Suchalgorithmen für Geodaten mittels Standard-Suchmaschinen (z.B. Google Data Set Search) gearbeitet. Somit wird deutlich, dass mit der Weiterentwicklung in Richtung OGC OpenAPI ein Generationswechsel der GDI-Technologie begonnen wurde, was deutliche Veränderungen der Geodateninfrastrukturen wie wir sie heute kennen, zur Folge haben wird.

### Stand der Technik

Aus heutiger Sicht werden Implementierungen im OGC API-Standard nicht rückwärtskompatibel mit den Implementierungen des WFS 2.0 sein können. Eine funktionale Kompatibilität ist jedoch sehr wohl ein Designziel bei der Weiterentwicklung. Dementsprechend sollen auch die neuen

Implementierungen die heutigen Anforderungen unterstützen. Das bedeutet auch, dass ein OGC API Features-Server auf Basis einer WFS-2.0-Implementierung realisiert werden kann. Umgekehrt gilt dies allerdings nicht. OGC API – Features soll einfacher und moderner, aber dennoch eine Evolution der früheren Versionen und ihren Implementierungen sein. Ein wesentlicher Aspekt bei der Entwicklung ist es, sicherzustellen, dass der Standard auf Server- und Clientseite einfach implementierbar ist, effizientere Implementierungen ermöglicht sowie die Akzeptanz und die Nutzung erhöht.

Aufgrund des technologischen Paradigmenwechsels ist vorgesehen, die neuen Standards nicht als Fortschreibung der bisherigen Standards, sondern als neue Standards zu veröffentlichen. Zudem soll nicht nur der WFS erneuert werden, sondern die gesamte Webdienste-Familie des OGC. Bei den anvisierten OGC API-Standards handelt es sich also nicht um die Definition einer einzigen »OGC API«, sondern um die Definition modularer API-Bausteine, die es ermöglichen, dass Web-APIs räumliche und zeitliche Aspekte einheitlich unterstützen. Die OpenAPI-Spezifikation wird dabei verwendet, um die API-Bausteine zu definieren.



Die OGC API-Normenfamilie soll nach den Ressourcentypen gegliedert werden. Aktuell zeichnen sich folgende Teile ab:

- Common (übergreifende Strukturen wie Datensätze, API-Definitionen, usw.)
- Features (WFS)
- Tiles (Web Map Tile Service)
- Styles (SLD/SE in einer Portrayal-Registry)
- Scenes (3D-Darstellungsdienst)
- Maps (Web Map Service)
- Processes (Web Processing Service)
- Coverages (Web Coverage Service)
- Records (Catalogue Service Web)

Insofern wird deutlich, dass mit den Arbeiten an den OGC API – Features nicht nur der Web Feature Service Standard modernisiert wird, sondern die gesamte Architektur, auf der die Geodateninfrastrukturen in Deutschland und Europa derzeit noch basieren.

**Was machen andere**

Auf technologischer Ebene haben das World Wide Web Consortium (W3C) und OGC in den letzten Jahren intensiv zusammengearbeitet, um die aus heutiger Sicht empfohlenen Praktiken für eine »web-freundliche« Veröffentlichung von Geodaten zu dokumentieren. Die Ergebnisse findet man unter [www.w3.org/2015/spatial/wiki/Main\\_Page](http://www.w3.org/2015/spatial/wiki/Main_Page). Derzeit wird dieses Thema auch auf der Ebene von INSPIRE und GDI-DE diskutiert und zum Teil schon prototypisch umgesetzt. Auch in anderen Ländern finden Überlegungen statt, die jeweiligen vorhandenen Infrastrukturen in Richtung Spatial Data on The Web weiterzuentwickeln. Siehe z.B. Geonovum in den Niederlanden unter [www.geonovum.nl/over-geonovum/actueel/spatial-data-on-web](http://www.geonovum.nl/over-geonovum/actueel/spatial-data-on-web).

**Weiterführende Literatur**

Eine kleine Übersicht weiterführender Literatur ist über den folgenden Link gelistet:

<https://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends>



DVW-Bewertungsmatrix			
Berufliche Relevanz			
Technologische Praxisreife			
Geodätische Praxisreife			

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt, Andreas Becker; Mitglieder des AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«*

► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 5/2020 erschienen.

Technologietrends

**Geodaten aus der Maschine: Künstlicher – Schneller – Besser?**

**Beschreibung**

Täglich generieren unzählige Sensoren und smarte Internet-of-Things-(IoT-) Geräte immense Datenmengen mit Raumbezug. Eine korrekte Analyse dieser Geodaten trägt maßgeblich dazu bei, die Komplexität der Welt besser zu verstehen. Des Weiteren eröffnet es zahlreichen Arbeitsgebieten einen Zugang zu neuen Anwendungen sowie der Optimierung bestehender Prozesse.

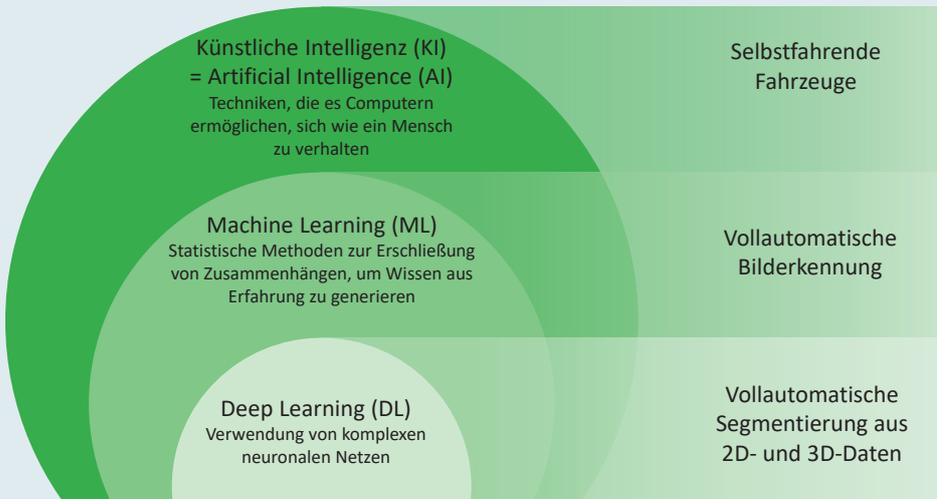
Trainingsdatenbestand des Lernverfahrens ist, desto höher ist die Qualität des präzidierten Modells.

Deep Learning, auf Deutsch tiefergehendes Lernen, ermöglicht es, menschliche Wahrnehmungsmechanismen maschinell anzuwenden, indem Netzwerkstrukturen des zentralen Nervensystems nachgebildet werden. Deep Learning ist eine spezielle Klasse der Optimierungsmethoden künstlicher neuronaler Netzwerke. Darum werden sie

erlauben somit eine detaillierte Vermessung und Kartierung der gesamten Erde in immer kürzeren zeitlichen Zyklen.

Der Einsatz von Maschinellen Lernen, beispielsweise im Bereich der öffentlichen Verwaltung, bietet die Chance, Informationen und Leistungen zielgerichteter, passgenauer und schneller für Bürger und Unternehmen zugänglich zu machen. Mit Hilfe der KI-Technologien können die gestiegenen Ansprüche an Geoinformationsprozesse und staatliche Dienstleistungen erfüllt werden. Sie unterstützen die Anwender bei der Erfüllung ihrer Aufgaben und verbessern gleichzeitig die Qualität der angebotenen Produkte und Dienstleistungen.

Das Potenzial von Geodaten in Verbindung mit Maschinellen Lernen ist enorm, sie unterstützen dabei, Risiken vorherzusagen, Lieferketten effizienter zu gestalten, den Verkehrsfluss in Städten sicherer zu machen und vieles mehr.



Machine Learning als Teilbereich der Künstlichen Intelligenz

**Stand der Technik**

Technologie, Software und Anwendungsplattformen in anderen Branchen und Themenbereichen sind weit entwickelt sowie praxiserprobt. Bisher gewinnen die Methoden des Maschinellen Lernens im Bereich der Geowissenschaften nur langsam an Popularität.

Für Methoden des Maschinellen Lernens sind neben der Technologie und den Softwaresystemen die Verfügbarkeit und Güte von Daten zentrale Voraussetzung und bestimmende Faktoren für die Qualität der Ergebnisse. Gleichzeitig ist die Sicherheit einer nutzbaren Datenbasis von essenzieller Bedeutung. Der Zugang zu Daten ist aber vielfach beschränkt – zum einen aus rechtlichen Gründen, zum anderen aufgrund der faktischen Datenherrschaft von staatlichen und privaten Stellen. Der Zugang zu qualitativ hochwertigen Geodaten, ohne dabei Persönlichkeitsrechte, das Recht auf informationelle Selbstbestimmung oder andere Grundrechte zu verletzen, ist daher für viele Anwendungen eine Grundvoraussetzung, um Methoden des Maschinellen Lernens überhaupt einsetzen zu können.

Damit die Softwaresysteme eigenständig lernen und Lösungen finden können, ist ein vorheriges Handeln von Menschen notwendig. Beispielsweise müssen die Systeme zunächst mit den für das Lernen relevanten Daten und Algorithmen trainiert werden. Zudem sind Regeln für die Analyse des Datenbestands und das Erkennen der Muster aufzustellen. Sind passende Daten vorhanden und Regeln definiert, können Systeme mit

Bis vor wenigen Jahren war es äußerst aufwendig, diese Datenflut zu bewältigen, ein Detailverständnis zu entwickeln und neue Lösungsansätze basierend auf diesen Daten umzusetzen. Der Durchbruch der Künstlichen Intelligenz (KI) im Kontext der Digitalisierung als Schlüsseltechnologie hat dies jedoch grundlegend verändert. Algorithmen des Maschinellen Lernens erlauben es, hochkomplexe Datenmengen innerhalb kürzester Zeit zu analysieren, Muster und Zusammenhänge aus den Daten zu extrahieren und darauf basierend schnellere und genauere Entscheidungen für die Zukunft zu treffen.

Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen und Deep Learning sind Grundbegriffe, deren hierarchischer Aufbau in der Abbildung oben dargestellt ist.

Maschinelles Lernen (Machine Learning) ist ein Teilbereich des Themenfeldes Künstliche Intelligenz bzw. auch Artificial Intelligence (AI). Maschinelles Lernen ermöglicht Computern, Wissen aus Erfahrung zu generieren. Auf Basis statistischer Methoden versuchen die Systeme, Muster und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, um Entscheidungen ohne menschliches Zutun herbeiführen zu können. Je umfassender der Beispiel- bzw.

manchmal auch als »Deep Neural Networks« bezeichnet. Deep-Learning-Algorithmen liefern besonders gute Ergebnisse, wenn große Datenmengen verfügbar sind, mit denen ein Netz trainiert werden kann. Die Methodik hat sich zur automatisierten Bearbeitung von Bildinformationen als besonders geeignet erwiesen und ist für viele Anwendungsfälle bereits etabliert.

**Fachlicher Bezug**

Durch den rasant zunehmenden Geodatenbestand werden neue Werkzeuge zur Visualisierung, Bearbeitung, Interpretation und Bewertung benötigt. Maschinelles Lernen ermöglicht eine neue Art der Analyse der Erdoberfläche, z.B. auf Basis von Luft- und Satellitenbilddaten. Heutzutage nehmen Satelliten eine enorme Datenmenge an Szenen im Tagesverlauf auf, welche in der Praxis durch den Menschen nicht auszuwerten sind. Die erzeugten Daten erlauben jedoch in Verbindung mit Maschinellen Lernen die Entwicklung einer automatisierten Lösung zur Erfassung und Fortführung von strukturierten Geodaten. Gleichzeitig werden die Auflösungen der Luftbildaufnahmen, derzeit bis auf wenige Zentimeter, immer genauer und

maschinellern Lernen unter anderem folgende Aufgaben bewältigen:

- Filterung, Extraktion und Zusammenfassung relevanter Daten,
- Prädiktion auf Basis der analysierten Daten,
- Wahrscheinlichkeiten für bestimmte Ereignisse berechnen,
- sich an Entwicklungen eigenständig anpassen und
- Prozesse auf Basis erkannter Muster optimieren.

Die Systeme zur Nutzung des Maschinellen Lernens müssen heutzutage nicht mehr zwingend auf einer eigenen IT-Infrastruktur aufgebaut werden. Machine Learning as a Service (MLaaS) ist eine Cloud-Technologie, die an Bedeutung gewinnt. Viele namhafte Internetgiganten und IT-Hersteller bieten bereits Maschinelles Lernen als Dienst an.

Die technischen Grundvoraussetzungen für den Einsatz von Maschinellern Lernen sind vorhanden. Im Bereich der Geodäsie befinden wir uns noch am Anfang einer technologischen Entwicklung, die das Potenzial für grundlegende Veränderungen in unserer Branche mit sich bringt.

DVW-Bewertungsmatrix	
Berufliche Relevanz	
Technologische Praxisreife	
Geodätische Praxisreife	

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt, Andreas Becker; Mitglieder des AK 2 – Geoinformation und Geodatenmanagement*

**Kleine Übersicht** ▢ ▢ ▢

---

**Weiterführende Literatur**

<https://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends>



► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 1/2021 erschienen.

Technologietrends

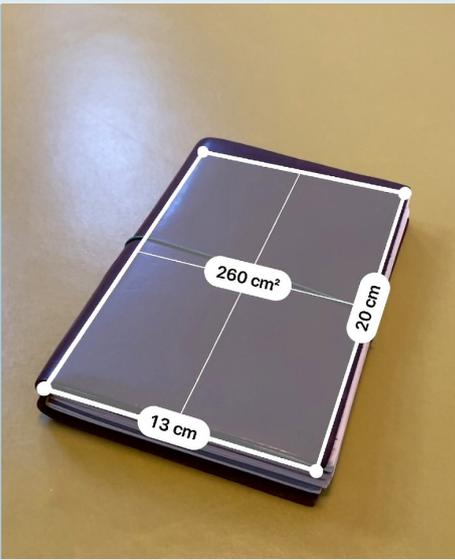
Mixed Reality – Die erweiterte Vermessung der Realität

Beschreibung

Unter der virtuellen oder erweiterten Realität (engl. Augmented Reality, AR) wird die Anreicherung bzw. die Überlagerung der Wahrnehmung eines Menschen mit computergenerierten virtuellen Inhalten verstan-

Sogenannte See-Through-Systeme nutzen transparente Displays, welche lediglich den virtuellen Inhalt im Sichtfeld des Nutzers darstellen. Diese Systeme werden allgemein als Head-Mounted-Display (HMD) oder schlicht als »Smart Glasses« bezeichnet. Ein modernes Beispiel ist die HoloLens. Diese

nommen. Ausgehend von dem Höhenprofil erfolgt die Projektion des kolorierten Höhenmodells auf die Sandoberfläche. Derartige Systeme haben den Vorteil, dass sie ohne besondere Hardware zeitgleich von verschiedenen Anwendern für kollaborative Auswertungen genutzt werden können.



Bilder: © C. Lucas  
 Videobasierte AR-Anwendungen, wie sie derzeit auf jedem Smartphone verfügbar sind (von links): Google Maps Navigation, IOS-Maßband, Vaira Vermessungs-App

den. Diese Überlagerung findet dabei in Echtzeit statt und fügt sich somit nahtlos in die vom Nutzer wahrgenommene Umgebung ein (Immersion). Ein AR-System muss im Wesentlichen die drei nachfolgenden Bedingungen erfüllen:

- Realweltobjekte und virtuelle, vom Computer generierte Objekte werden kombiniert,
- das interaktive System operiert in Echtzeit und
- die Ansicht virtueller Inhalte überlagert die realen Objekte der Umgebung.

Im Gegensatz zur erweiterten Realität wird bei der virtuellen Realität (VR) die Wahrnehmung nicht angereichert, sondern eine vollständige künstliche Welt generiert. Bei dem Begriff »Mixed Reality« handelt es sich um einen Oberbegriff, welcher die virtuellen und erweiterten Realitäten subsummiert.

Durch eine echtzeitfähige Überlagerung raumbezogener Daten mit der realen Umgebung entsteht eine leicht verständliche und intuitiv nutzbare Repräsentation von Inhalten. So lassen sich durch den Nutzer Sachverhalte in Bezug bringen, welche ohne den Einsatz von Mixed Reality-Systemen unerkannt geblieben wären. Zur Darstellung stehen verschiedene Displaysysteme zur Verfügung, welche in drei Kategorien unterschieden werden.

basiert auf der stereoskopischen Überlagerung transparenter 3D-Inhalte im Gesichtsfeld des Nutzers. Zur Orientierung im Raum nutzt die HoloLens Kameras, jedoch keine Satellitenpositionierung durch GNSS-Sensoren.

Videobasierte Displaysysteme, auch als »Magic Lens« bekannt, gründen auf der Überlagerung der virtuellen Inhalte in den Live-Bildern der Kamera. Diese Systeme werden in der Regel in smartphonebasierten AR-Anwendungen oder auch in VR-Brillen genutzt. Verglichen mit See-Through-Systemen kann bei videobasierten Displays die Überlagerung vollständig kontrolliert werden, womit die virtuellen Objekte beispielsweise reale Gegenstände auch verdecken können. Wenn sich das Videobild jedoch von der natürlichen Wahrnehmung unterscheidet, beispielsweise durch Latenzen in der Anzeige, kann es insbesondere bei der Nutzung von VR-Brillen zu Übelkeit oder Schwindel auf Seiten des Nutzers kommen.

Projektorbasierte Systeme, auch als »Shader Lamp« bezeichnet, projizieren Texturen direkt auf die realen Objekte und reichern diese entsprechend mit Inhalt an. Dies erfolgt beispielsweise durch DLP-Beamer oder direkt durch Laser. Das wohl bekannteste und anschaulichste Modell ist die AR-Sandbox. Dabei wird die Oberfläche des Sandkastens von einer Tiefenkamera aufge-

Fachlicher Bezug

AR ist eine Querschnittstechnologie, welche die Verfahren der Bildverarbeitung bzw. der Computer Vision mit dreidimensionalen Geodaten, deren Visualisierung sowie mit Positionierungsverfahren verknüpft. So spielen bildgebende Sensoren zur Positionierung und Orientierung in vielen AR-Systemen eine zentrale Rolle. Dies liegt zum einen an der Verfügbarkeit, welche durch Plattformen wie Smartphones oder Smart Glasses gegeben ist, und zum anderen an der Mächtigkeit der Algorithmen. So erlauben bildbasierte Verfahren wie SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) das gleichzeitige Positionieren (Localization) und Erfassen (Mapping) der Umgebung, da Merkmale gespeichert und verwaltet werden. Dies ermöglicht dann das robuste und schnelle Wiedererkennen bereits kartierter Bereiche. Zur Unterstützung der Positionierung werden IMU- (Inertial Measurement Unit) und GNSS- (Global Navigation Satellite System) Sensoren eingesetzt.

Neben direkt erfassenden und unabhängig positionierenden Verfahren gibt es auch Ansätze, in denen persistente Punktwolken und weitere AR-relevante Daten in einer Cloud gespeichert und abgerufen werden. Eine solche Initiative ist die »Open AR Cloud«, welche AR-Daten weltweit und kostenfrei

zur Verfügung stellt. Dies ermöglicht auch die Nutzung sehr günstiger und rein bildbasierter Hardware für z.B. AR-Brillen, was deren Verbreitung unterstützt.

**Stand der Technik**

Die AR-Nutzung ist bereits breitauglich und so unter anderem auf jedem Smartphone verfügbar. Es stehen zahlreiche Apps zur Verfügung, die beispielsweise eine AR-gesteuerte Fußgängernavigation ermöglichen, oder das Messen via Smartphone (vgl. Bild auf nebenstehender Seite linker und mittlerer Teil). Darüber hinaus nutzen bereits zahlreiche Spiele wie u.a. Pokémon Go die AR-Technologie. Aber auch im professionellen Sektor hat die Technologie bereits Einzug gehalten. So existieren zahlreiche AR-basierte Vermessungs-Apps wie beispielsweise die Vaira-App (vgl. Bild rechter Teil) oder NAVA-App. Diese erlaubt es, bildbasiert Leitungen, Kanäle oder Hausanschlüsse vor Ort zu kartieren und vollständig zu dokumentieren. Solche Erfassungen unterstützen somit Schlüsseltechnologien wie z.B. das Building Information Modeling (BIM).

DVW-Bewertungsmatrix	
Berufliche Relevanz	
Technologische Praxisreife	
Geodätische Praxisreife	

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt, Andreas Becker; Mitglieder des AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«*

**Kleine Übersicht** ▢ ▢ ▢

**Weiterführende Literatur**

<https://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends> 

► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 3/2021 erschienen.

Technologietrends

## Internet der Dinge, Edge-Computing & Cloud-Computing

### Beschreibung

Unter Beachtung der stetig fortschreitenden Miniaturisierung technischer Systeme ist es möglich, uns umgebende Alltagsgegenstände und Objekte mit geeigneter Sensorik auszustatten. Durch eine Verdichtung funktionaler und technischer Eigenschaften

zuführen und steuernde Maßnahmen zu initiieren.

Diese technologischen Entwicklungen sind mit einem rasanten Wachstum des Datenbestandes verbunden. Ergänzend zu den enormen Datenmengen stehen auch die dezentralen und mobilen Datenquellen der steigenden Relevanz von Echtzeitanwen-

zwischen erfassendem Sensorsystem und entfernt bereitgestellter Speicher- und Rechenkapazität. Die erforderlichen Kapazitäten werden abhängig vom transferierten Datenvolumen und den anschließenden Prozessierungs- und Analyseschritten angepasst und skaliert. Die Verarbeitung der erfassten Sensordaten hin zu entscheidungsunterstützenden Informationen erfolgt entsprechend dezentral.

### Fachlicher Bezug

Die Erfassung, Übertragung, Speicherung und Nutzung von Daten aus dem IoT sowie deren Weiterverarbeitung ist ein aktuell hochrelevantes Thema für eine Vielzahl dynamischer Anwendungsfälle, welche auch im geodätischen Umfeld und den angrenzenden Fachbereichen zahlreiche Nutzungspotenziale bieten. Insbesondere im Bereich einer Smart City erweist sich die Kombination und Verschneidung dezentraler Datenquellen als bedeutend.

Aber auch das automatisierte und sensorgestützte Gefährdungs- und Umweltmonitoring kann von einem Einsatz der IoT-Sensorik profitieren. Unter Nutzung vordefinierter Grenz- und Schwellenwerte können automatisierte Alarmierungs-, Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen initiiert werden.

Der Einsatz drahtlos kommunizierender Sensorik in Verbindung mit Cloud-basierter Datenspeicherung macht auch bei den Entwicklungen der Vermessungssensorik nicht halt. So werden die klassischen Tachymeter und terrestrischen Laserscanner zu intelligenten Multisensorsystemen weiterentwickelt.

### Stand der Technik

Im Rahmen der Vereinheitlichung einer Online-Plattform zur Bereitstellung und Nutzung von Geodaten erfolgte die Anbindung von IoT-Sensorik mittels SensorThings-API des Open Geospatial Consortium (OGC) in Kombination mit dem FROST-Server des Fraunhofer-IOSB. Eine konkrete Umsetzung und Anwendung dieser Technologie findet sich u.a. im Masterportal ([www.masterportal.org](http://www.masterportal.org)) sowie im Projekt beAWARE (<https://beaware-project.eu>), mit welchem die Entscheidungsfindung im Krisenfall verbessert werden soll. Durch die Nutzung des neuen Mobilfunkstandards 5G sowie die Funktechnik Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) werden weitere Anwendungsfälle generiert, wie beispielsweise intelligente Straßenleuchten als Teil einer Smart City.



Bild: © enercity Netz GmbH

Smartphone und Laptop sind bekannte Akteure des IoT: Objekte werden befähigt, Daten ihrer Umgebung zu erfassen und innerhalb des Netzwerks bereitzustellen.

werden immer mehr Sensoren aktive Akteure des Internets. Mittels kombinierter Informationsverarbeitung und uneingeschränkter Kommunikationsfähigkeit wird aus einfacher Hardware eine smarte bzw. intelligente Sensorik, welche ihren Kontext datengestützt erfasst und im Internet nutzbar macht. Beispiele hierfür sind Smart-Home-fähige Geräte oder der Fitnessstracker um unser Handgelenk. Unter Beachtung der weitreichenden Vernetzung zwischen den Akteuren und dem damit einhergehenden Datenaustausch wurde bereits vor mehr als 20 Jahren der Begriff *Internet der Dinge* (Internet of Things, IoT) geprägt.

Als Vorbote kann die *Radio Frequency Identification* (RFID) betrachtet werden. Im Zuge dieser Technologie wird eine berührungslose und automatische Lokalisation von Transporteinheiten im Logistikbereich ermöglicht. Aber auch das Smartphone sowie der Laptop sind bekannte Akteure des IoT. Sämtliche Objekte werden befähigt, Daten ihrer Umgebung zu erfassen und innerhalb des Netzwerks bereitzustellen. Durch die Integration geeigneter Schaltelemente ist es ausgewählten Gegenständen möglich, eine aktive Reaktion auf ihre Umgebung herbei-

bringen gegenüber. Um möglichst geringe Latenzzeiten zu gewährleisten, wird der Datenspeicherung und Datenweiterverarbeitung eine große Bedeutung zuteil. In diesem Zusammenhang haben sich die Technologien des *Edge-Computing* und *Cloud-Computing* etabliert (siehe auch Technologietrend Cloud Computing, zfv 3/2020).

Mit Hilfe des Edge-Computing können die registrierten Daten am Entstehungsort sortiert und im Sinne einer Ad-hoc-Entscheidungsfindung vorprozessiert werden. Der abgeleitete Informationsbestand kann anschließend an einen zentralen Server oder in die Datenwolke (Cloud) weitergeleitet werden. Die Technologie des Edge-Computing erweist sich als Zwischenschicht zwischen einer zentralisierten Datenhaltung und der registrierenden Sensorik. Durch die Priorisierung am Entstehungsort wird auf den Transfer großer Datenmengen, zu Gunsten einer geringen Latenzzeit, verzichtet. Folglich ist eine ständige Internetverbindung nicht zwingend erforderlich. Das Edge-Computing gilt insbesondere bei echtzeitrelevanten Anwendungsfällen als Mittel der Wahl.

Demgegenüber erfordert das Cloud-Computing eine ständige Internetverbindung

Unter Nutzung der Funktechnologie LoRaWAN können Straßenlaternen individuell, unabhängig und drahtlos geschaltet und gedimmt werden, um unterschiedliche Einsatzbereiche (z. B. Fußgängerüberweg, Innenstadtbereich oder Wohngebiet) bedarfsgerecht zu beleuchten. Für die Geschwindigkeitsermittlung sich nähernder Fußgänger oder Fahrzeuge werden zumeist zusätzliche Radarsensoren im Laternenmast verbaut. Gleichzeitig ist es möglich, den Zustand der Straßenleuchte in Quasi-Echtzeit mittels LoRaWAN abzufragen. Durch diese intelligenten Beleuchtungssysteme sollen die kommunalen Strombedarfe signifikant reduziert werden, um einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele zu leisten. Weitere Anwendungsbeispiele sind intelligente Müllleimer (Leerung nur, wenn sie voll sind) oder intelligente Bewässerungsplanung (Bäume melden, wenn sie Durst haben).

DVW-Bewertungsmatrix	
Berufliche Relevanz	
Technologische Praxisreife	
Geodätische Praxisreife	

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt, Andreas Becker; Mitglieder des AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«*

**Kleine Übersicht**

**Weiterführende Literatur**

<https://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends>



► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 5/2021 erschienen.

Technologietrends

Semantic Web & Linked Data – Geoda(e)ten vernetzt euch!

Beschreibung

Die zunehmende Digitalisierung erzeugt in fast allen Lebensbereichen enorme Datenmengen, so auch in der öffentlichen Verwaltung. Dies umfasst gleichermaßen Daten mit und ohne Raumbezug. Dennoch sind viele nutzbare Datenbestände noch immer isoliert, selbst in Zeiten von fest etablierten Geodateninfrastrukturen. Dadurch werden Daten oft redundant erfasst, anstatt vorhandene Daten sinnvoll zu verknüpfen. Aus den online verfügbaren, kontinuierlich wach-

technologie. Die formalisierte und maschinenlesbare Beschreibung der Geoinformationen bildet hier einen zentralen Baustein für die Verknüpfungen.

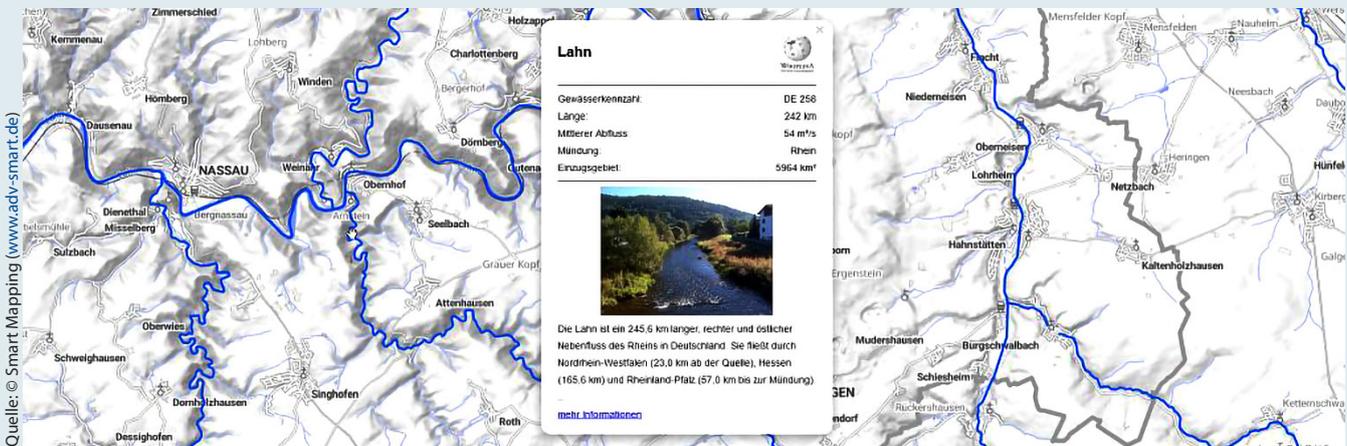
Ressourcen (Daten, Objekte, Konzepte) und die Beziehungen zwischen ihnen werden dabei eindeutig identifiziert und beschrieben. Durch die strukturierte Erfassung und Beschreibung von Fachinformationen (Attributierung) erhalten diese Ressourcen semantische Informationen. Der Begriff Linked Data steht daher in engem Zusammenhang zum »Semantischen Web«. Zur Modellierung

Geobasisdaten durch weitere Informationen aus dem Internet angereichert werden, wird derzeit im Projekt »Smart Mapping« erprobt.

Stand der Technik

Um (Geo-)Daten zu Linked Data aufzubereiten, sind vier Grundprinzipien oder Regeln einzuhalten:

1. Verwende universelle URIs als Name für Dinge. Diese Regel ist schon jetzt Standard im Semantic Web und allgemein akzeptiert.



An den Flüssen (blau hervorgehoben) wird exemplarisch die Möglichkeit einer Verknüpfung der amtlichen ATKIS-Daten mit Informationen aus Wikipedia gezeigt. Dabei werden die Daten technisch getrennt gehalten und lediglich nach den beschriebenen Prinzipien verlinkt. Dieses Beispiel zeigt, dass eine Verknüpfung von Fachdaten und den ATKIS-Daten möglich ist und vielfältige Anwendungen erlaubt.

senden Geodatenbeständen durch solche Verknüpfungen nutzbare Informationen zu generieren, ist daher das wesentliche Ziel von Linked Data.

Für die Verlinkung von Daten eignet sich die Anwendung des Linked Data Paradigma, einem der Grundbausteine des Semantic Web. Auf der Grundlage einer Zusammenführung von (Geo-)Daten erreicht man eine Vielzahl an Verknüpfungen zwischen existierenden Datenbeständen, die neben verlinkten Objekten zudem weiterführende Informationen enthalten können. Das können im Grunde beliebige Datenbestände sein (Geodaten, Fachdaten ohne Raumbezug, statistische Daten etc.). Dies umfasst auch frei im Internet verfügbare Datenbestände (z. B. Wikidata).

Die Vernetzung von Ressourcen gehört seit jeher zu den Grundprinzipien des Internets, z. B. bei der Verlinkung von Webseiten. Die Vision von Linked Data ist es daher, die wesentlichen Prinzipien des Webs – die es so erfolgreich gemacht haben – auch auf Daten anzuwenden. Die Veröffentlichung von Daten als Linked Data ermöglicht eine automatische Verknüpfung über die Inhalte der Daten unter Verwendung der etablierten Internet-

von Ressourcen als Linked Data hat sich das »Resource Description Framework« (RDF) des World Wide Web Consortiums etabliert.

Die zunehmende Bereitstellung von Ressourcen als Linked Data sowie die Verknüpfung dieser Ressourcen mit anderen Datenbeständen ermöglicht perspektivisch den Einsatz neuer Algorithmen zur Suche in Datenbeständen und zur Analyse der Informationen unter Einbeziehung der Semantik.

Fachlicher Bezug

Die (amtlichen) Geodaten einem möglichst breiten Nutzerkreis über einfache Schnittstellen zur Verfügung zu stellen, wird gerade in Open Data-Zeiten eine der zentralen Herausforderungen. Es ist daher konsequent, wenn man vor allem weit verbreitete Web-Technologien nutzt, um Mehrwerte durch die Vernetzung von Geodaten zu generieren. Linked Data ist technologisch eigentlich nichts Neues, dessen Anwendung im amtlichen Geoinformationswesen aber schon. Eine Vernetzung kann nicht nur von beliebigen Fachanwendungen auf die amtlichen Geodaten realisiert werden, sondern auch umgekehrt. Ein prototypischer Anwendungsfall, bei dem

2. Verwende http URI, damit man diese Namen auch finden kann. Diese Regel ist ebenfalls weit verbreitet und problemlos auch für Geodaten anwendbar.
3. Verwende offene Standards des World Wide Web Consortiums (RDF und SPARQL), um Daten zu beschreiben, zu suchen, zu identifizieren und zu interpretieren. RDF (Resource Description Framework) ist eine allgemeine Syntax zur Darstellung von Daten im Web und kann aus vorhandenen Daten z.B. im XML-Format erzeugt werden. SPARQL (SPARQL Protocol And RDF Query Language) ist die Standardsprache, um die als RDF kodierten Daten semantisch abzufragen. Dies ist ebenfalls ein Kernstandard des Semantic Web.
4. Füge Links zu anderen URIs hinzu, damit über die eigenen Daten hinweg zu weiteren relevanten Daten gelangt werden kann. Damit können die eigenen Daten mit einem Web verbunden werden und zu einem professionellen, weltweiten Geodatennetz ausgebaut werden, in dem alle möglichen Dinge zu finden sind, genau wie in dem „klassischen“ Internet, das wir täglich nutzen.

Um die Geodaten als Linked Data bereitzustellen, müssen im Grunde nur akzeptierte Standard-Werkzeuge der allgemeinen Internettechnologie verwendet werden. Die Quelldaten sollten allerdings formal mit Datenmodellen beschrieben vorliegen, damit die Semantik auch auswertbar bereitgestellt werden kann. Die Daten der amtlichen Vermessung erfüllen dank des AAA-Datenmodells schon weitgehend diese Anforderung. Dennoch sind die oben beschriebenen Linked Data-Grundsätze noch umzusetzen und die Daten demgemäß zur Verfügung zu stellen. Um eigene Daten mit externen Ressourcen (z.B. Wikidata) zu verknüpfen, müssen jedoch entsprechende Informationen (Links) in den eigenen Datenbeständen gespeichert werden können. Grundsätzlich sollte eine Bereitstellung oder die Integration von Links in den eigenen Daten nicht zum Selbstzweck erfolgen, sondern einem konkreten Bedarf oder Anwendungsfall folgen.

DVW-Bewertungsmatrix			
Berufliche Relevanz			
Technologische Praxisreife			
Geodätische Praxisreife			

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt, Andreas Becker; Mitglieder des AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«*

**Kleine Übersicht** □ □ □

**Weiterführende Literatur**

<https://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends>



► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 1/2022 erschienen.

Technologietrends

## Echtzeit-GIS – Echt jetzt?

### Beschreibung

Geografische Informationssysteme (GIS) ermöglichen die Zusammenführung und Nutzung von Geoinformationen aus unterschiedlichen Datenquellen. Abhängig von der Erhebungsmethode und dem Erfassungsintervall ist die verwendete Geodatenbasis mehr oder weniger aktuell. Mit der zunehmenden Anzahl von Sensoren, die im wachsenden Internet of Things (IoT) verfügbar sind und Ad-hoc-Daten erzeugen und bereitstellen, ändert sich dies in einigen Bereichen grundlegend.

verarbeitet und präsentiert werden müssen. Als Resultat können hochaktuelle Daten in Verbindung mit Analysen und Visualisierungen in Echtzeit-GIS sehr vielfältig genutzt werden. Beispiele hierfür sind Hochwasserinformations- und Warnsysteme oder Verkehrslenkungs- und Leitstellensysteme.

### Fachlicher Bezug

Die Bereitstellung von hochaktuellen und qualitätsgesicherten Geodaten erweitert die herkömmliche Geodatenbasis in GIS deutlich und trägt zur weiteren Verbreitung der

IT-Wissen erforderlich, wodurch sich ein deutlicher fachlicher Bezug ergibt. Mit dem Voranschreiten künftiger technologiegestützter Entwicklungen wie Digitaler Zwilling, Urbane Datenplattform oder SmartCity wird die Sensor-Datentechnik und das damit verbundene Geodatenmanagement im Kontext der Echtzeit-GIS als geodätisches Berufsfeld weiter an Bedeutung gewinnen.

### Stand der Technik

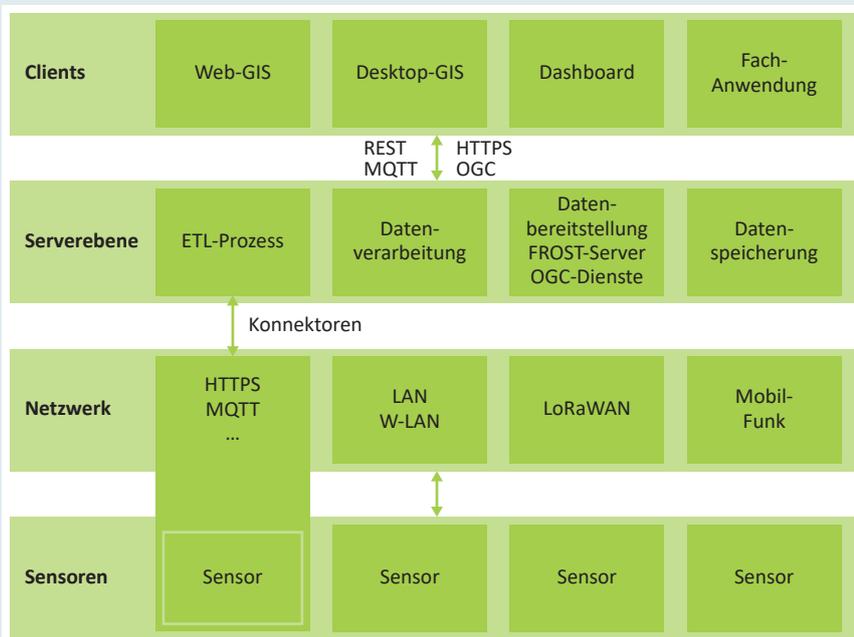
Aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung der Infrastruktursysteme und durch die zunehmend kostengünstige, miniaturisierte Technik steigt die Anzahl der für Echtzeit-GIS verfügbaren Sensoren rapide.

Beispiele für den Masseneinsatz der Sensoren sind Strom- und Wasserzähler (Smart Meter), Füllstandsmelder von Mülleimern oder Rauchmeldesensoren in Waldgebieten. Die Echtzeit-Daten werden in definierten Zeitintervallen oder eventbasiert, also beim Eintreten von bestimmten Ereignissen, von den Sensoren erzeugt und übertragen. Gerade im Falle von eventbasierten Datenübertragungen ist die Menge bzw. Häufigkeit der entstehenden Daten oft nicht vorhersehbar, was gegebenenfalls eine leistungsfähige IT-Infrastruktur erfordert. Um die anfallende Datenmenge zu reduzieren, ist der Einsatz von Edge Computing möglich, wobei die Daten direkt am Sensor verarbeitet, analysiert und bedarfsgerecht weitergegeben werden.

Bei der Datenübertragung kommen neben den etablierten Techniken wie LAN, WLAN oder Mobilfunk zunehmend Long Range Wide Area Network (LoRaWAN)-Netzwerke zum Einsatz. LoRaWAN-Netze ermöglichen die Funkübertragung von kleineren Datenpaketen über größere Entfernungen von mehreren hundert Metern bis zu mehreren Kilometern. Dadurch ist der Aufbau der erforderlichen Funknetzwerktechnik mit relativ geringem technischen und finanziellen Aufwand möglich.

Zum einfacheren Handling der entstehenden hochfrequenten Sensordatenströme eignen sich insbesondere Standards mit schlanken Datenstrukturen. Ein Beispiel hierfür ist das Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)-Netzwerkprotokoll. MQTT ermöglicht bidirektionale Client-Server-Kommunikationen bei geringen Datenmengen.

Die serverseitige Verarbeitung und Speicherung der Datenströme ist eine weitere wichtige Komponente zur Nutzung der Sensordaten in Echtzeit-GIS. Mit dem »Fraunhofer Open Source SensorThings API Server«, kurz FROST-Server, existiert eine entspre-



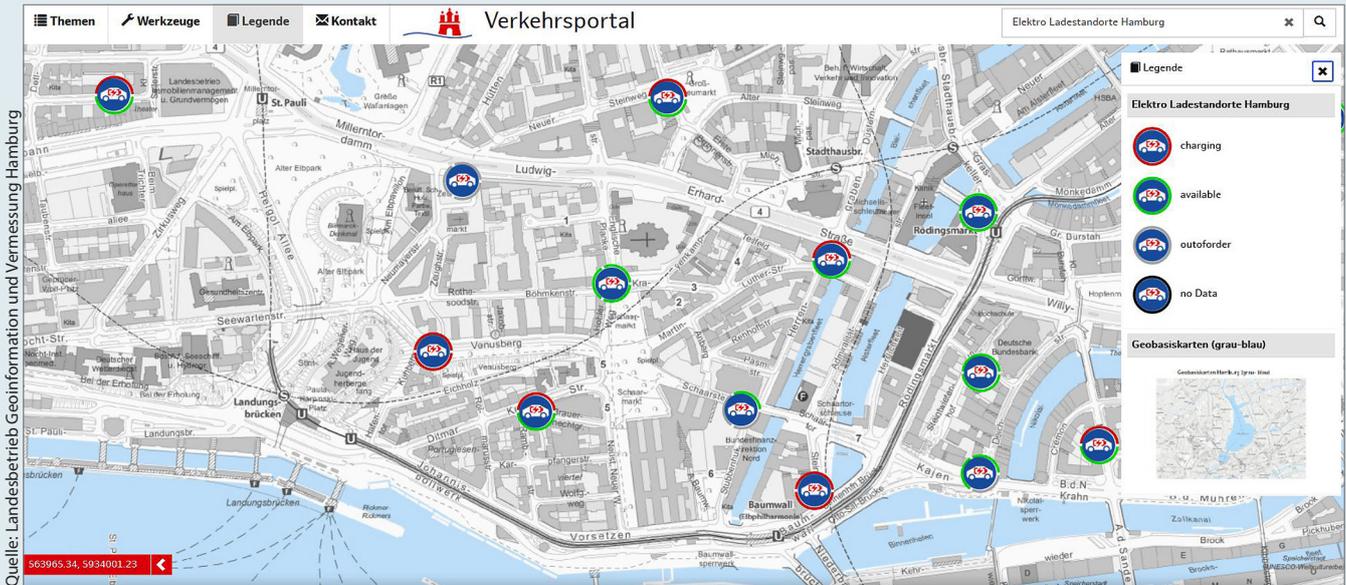
Ebenen einer Echtzeit-GIS-Infrastruktur (eigene, schematische Darstellung)

Aktualität und Menge der Geodatenressourcen steigern sich durch die Etablierung der Sensortechnologien erheblich. Erfolgt die Informationsbereitstellung im GIS ohne oder nur mit geringer Latenz, spricht man von Real-Time- oder Echtzeit-GIS.

Sensoren sind beispielsweise Umwelt-Messstationen, Pegel-Monitoring-Systeme an Gewässern, Parkraum-Überwachungssysteme im Verkehrsbereich, Fahrzeuge oder auch Mobilfunkgeräte von Personen. Dabei können die registrierten Positionen oder Eigenschaften der Sensoren sowohl statisch als auch dynamisch sein. Die Herausforderung liegt bei der Realisierung von Echtzeit-GIS insbesondere darin, die dynamische Komponente der Betrachtungsobjekte bedarfsgerecht und anwendungs- bzw. zweckorientiert zu präsentieren. Gleichzeitig ist dabei zu beachten, dass durch die oft zeitlich hochfrequenten Datenströme sehr große Datenmengen entstehen, die gespeichert,

Systeme bei. Dabei ist die GIS-Anbindung der dynamischen Daten grundsätzlich über bereits etablierte Schnittstellen möglich. Insbesondere der Web Map Service (WMS) und der Web Feature Service (WFS) des Open Geospatial Consortiums (OGC) haben sich auf Anwendungsebene bereits durchgesetzt. Die Herausforderung liegt vor allem darin, die Sensor- und Echtzeitdaten hoch performant in die erwähnten OGC-Services zu prozessieren. Dabei sind die Sensordatenquellen zu erschließen, Datenprozessierketten zu implementieren und Webdienste-Strukturen für die GIS-Integration zu entwickeln. Darüber hinaus stellt sich die Frage, wie das Management und die Nutzung von Sensordaten künftig vonstattengeht. Schließlich muss mit den technologischen Entwicklungen im Geoinformations-, aber auch mit dem allgemeinen IT-Umfeld Schritt gehalten werden.

Für alle beschriebenen Tätigkeiten ist ein hoher Anteil an Geodatenmanagement- und



Elektro-Ladestandorte Hamburg mit aktueller Verfügbarkeit im Verkehrsportale Hamburg, <https://geoportal-hamburg.de/verkehrsportale>

chende Datenmanagement-Komponente. Über die FROST-Server-Technologie können Sensordaten über die OGC-SensorThings-API-Schnittstelle in einer Echtzeitdateninfrastruktur bereitgestellt werden. Die Registrierung der Sensoren im FROST-Server erfolgt über sogenannte Konnektoren, wobei die Datenintegration beispielsweise mittels ETL-Prozessen [Extraction, Transformation, Loading] möglich ist.

Auf Client-Ebene ergeben sich im Kontext von Echtzeit-GIS besondere Anforderungen an die Daten- bzw. Dienste-Anbindung. Im Falle der Nutzung von OGC-WMS- oder WFS-Schnittstellen ist das zeitlich eng getaktete neue Laden der eingebundenen Dienste erforderlich, um aktualisierte Sensordaten zu erhalten. Grund hierfür ist, dass die Daten nach dem Request-Response-Prinzip erst

neu vom Server geladen werden, wenn der Datenabruf vom Client erfolgt ist. Die beschriebene Implementierung setzt auch voraus, dass die entsprechenden Dienste hochaktuell bereitstehen.

Eine bessere Alternative ist die Sensordatenutzung über das erwähnte MQTT-Protokoll im Echtzeit-GIS. Dabei abonniert der GIS-Client die gewünschten Sensordaten-Layer. Bei eintretenden Events, also bei Änderungen des Zustands der abonnierten Sensoren, liefert der Server Änderungen automatisiert, wodurch die Analyse und Visualisierung im Echtzeit-GIS zeitlich optimiert ist. Die MQTT-Unterstützung ist allerdings in den meisten GIS noch nicht gegeben. Eine beispielhafte Implementierung erfolgte aber bereits im Masterportal der gleichnamigen Implementierungspartnerschaft.

Sind die Daten im Echtzeit-GIS verfügbar, können darauf aufbauend entsprechende Echtzeit-Geodatenanalysen und -Visualisierungen durchgeführt werden. Die Bandbreite der denkbaren Einsatz- und Nutzungsszenarien ist groß und reicht von aktuellen Feinstaub- und Ozonbelastungskarten über Echtzeit-Hochwasserlagekarten bis hin zum Echtzeit-Fahrzeugflottenmanagement.

Der Aufbau von Echtzeit-GIS ist auf Basis der beschriebenen Technologien heute

schon möglich. Die Herausforderungen liegen derzeit vor allem noch – wie so oft – im Bereich der Datenerschließung und in der GIS-Integration der Sensordaten. Weiteres Entwicklungspotenzial steckt im effizienten Geodatenmanagement der großen anfallenden Sensor-Datenmengen. Mit der Verfügbarkeit von Echtzeit-Daten in GIS ergeben sich gleichzeitig aber auch viele neue Anwendungsfelder im Geoinformationsbereich. Insbesondere kommen Echtzeit-GIS künftig als integraler Bestandteil von SmartCity-Plattformen und bei Realisierungen von Digitalen Zwillingen zum Einsatz.

*Robert Seuß, Christian Lucas, Markus Seifert, Marcel Weber, Christian Baier, Jens Eckhardt, Andreas Becker; Mitglieder des AK 2 – Geoinformation und Geodatenmanagement*

DVW-Bewertungsmatrix			
Berufliche Relevanz	🚦	🚦	🚦
Technologische Praxisreife	🚦	🚦	🚦
Geodätische Praxisreife	🚦	🚦	🚦

**Kleine Übersicht**

**Weiterführende Literatur**

<https://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends>



► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 3/2022 erschienen.

Technologietrends

**GeoScienceFiction – die Zukunft beginnt jetzt!**

Mit diesem Beitrag geht die Serie Technologietrends zu Ende. Beginnend mit Heft 1/2020 wurde in jeder zweiten zfv ein Technologietrend aufgegriffen, kurz beschrieben, der fachliche Bezug hergestellt, der Stand der Technik gezeigt und auf weiterführende Literatur verwiesen. Den Abschluss bildete jeweils die Bewertung mit Zielmarken nach den Kriterien »Berufliche Relevanz«, »Technologische Praxisreife« und »Geodätische Praxisreife«. Als Trendthemen wurden in zeitlicher Reihenfolge Blockchain, Cloud Computing, NextGen GDI, Maschine Learning, VR und AR, Internet of Things, Semantic Web sowie Echtzeitanwendungen behandelt. Mit dem abschließenden Beitrag »GeoScienceFiction« werden noch weitere spannende Entwicklungen skizziert, die das Berufsfeld in den nächsten Jahren und Jahrzehnten verändern werden. Dabei soll die Beschreibung das Thema kurz anreißen und Motivation für eine tiefere Beschäftigung schaffen.

**Kontextbezogene Informationen**

In der Vergangenheit konnte man oft nur unvollständige Datenbestände für GIS-Anwendungen nutzen. Heute hingegen hat man eher das Problem, in den riesigen Datenmengen die Informationen zu finden, die man für einen konkreten Arbeitsprozess braucht, und dabei nicht etwas Wichtiges zu übersehen.

Mit Hilfe von kontextbezogenen Daten lassen sich alle für eine Anwendung notwendigen Informationen bedarfsgerecht zusammenstellen. Der „Kontext“ beschreibt dabei die Umstände, die im Zusammenhang eines Ereignisses, einer Analyse oder einer konkreten Fragestellung stehen. So könnten beispielsweise zur Überprüfung der Zulässigkeit von Baumaßnahmen alle bestehenden und geplanten öffentlich-rechtlichen Festlegungen, bezogen auf ein bestimmtes Gebiet, gezielt zur Analyse über spezielle Suchalgorithmen selektiert und verwendet werden.

Ein Kontext entsteht aber nicht von allein, sondern man braucht neue und innovative Technologien, wie semantisch angereicherte Daten, logische Verknüpfungen und Suchmaschinen, die eine solche Semantik bei der Datensuche berücksichtigen können.

**Visual Analytics**

Die grundlegende Idee der visuellen Interpretation von Geodaten geht weit in die Vergangenheit der Kartographie zurück, als man dargestellte Informationen ohne die Hilfe von Computern und Algorithmen nur rein visuell beurteilen konnte. Doch selbst die modernen Analysemethoden mit der Unterstützung von

künstlicher Intelligenz, Deep Learning und riesigen Datenmengen stoßen trotz beeindruckender Fortschritte immer wieder an Grenzen. Das Ziel der Visual-Analytics-Methode ist, Erkenntnisse aus extrem großen und komplexen Datensätzen zu gewinnen, und zwar aus einer Kombination von automatisch aufbereiteten Daten sowie der Analyse durch den Menschen. Die Methode basiert auf der immer noch gültigen Erkenntnis, dass der Mensch schneller und sicherer Muster und Trends erfassen kann als ein Computer.

Ein Beispiel für diese Methode sind sogenannte Heatmaps, die eine räumliche Verdichtung von Dingen visuell darstellen können – je dunkler das Rot, desto dichter die Objekte. Die nebenstehende Karte visualisiert die Standorte von Windrädern. Ein Blick genügt und man kann z. B. Trends feststellen, wo der Ausbau erkennbare Fortschritte macht.

**Quantencomputing für Geodatenverarbeitung mit hoher Datendichte**

Quantencomputer ermöglichen eine ganz neue, bislang unvorstellbare Informationsverarbeitung in Forschung, Wissenschaft und Wirtschaft. Der Weg hin zu einem programmierbaren, fehlertoleranten Quantencomputer ist noch lang. Dennoch zeigen Ergebnisse der Grundlagenforschung bereits heute ein riesiges Potenzial revolutionärer Auswertemechanismen für geodätische Anwendungen, beispielsweise in der satellitengestützten Erdbeobachtung, Kommunikation und Navigation.

Mit der Quantensensorik entstehen neuartige Instrumente auf Basis von quantenmechanischen Verfahren und Methoden. So können zum Beispiel Rotation und Beschleunigung künftig mit hervorragender Langzeitstabilität gemessen und ausgewertet werden. Diese Technologien können zur Flugstabilisierung, hochpräzisen Lageregelung von Satelliten und zur präzisen Schwerefeldvermessung der Erde eingesetzt werden. Sogenannte optische Atomuhren mit lasergekühlten Quantengasen bieten

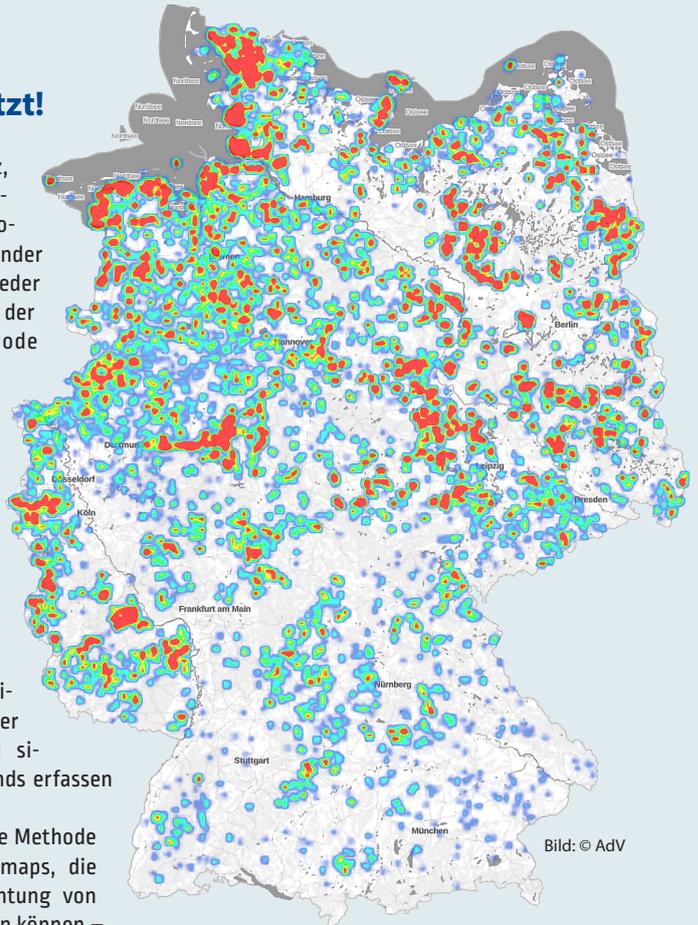


Bild: © Adv

Heatmap Windraddichte – zur Unterstützung der visuellen Erfassung

um Größenordnungen höhere Genauigkeit für zukünftige terrestrische und weltraumbasierte Navigationssysteme. Zu den neuen Möglichkeiten zählen unter anderem globale geodätische Höhenprofile mit Genauigkeiten im Zentimeter-Bereich.

**Superintelligenz**

Die künstliche Intelligenz (KI) wird derzeit als Lösung vieler unserer Probleme gesehen. Dabei ist es für eine KI ein Leichtes, in riesigen Datenmengen Muster und Systematiken zu erkennen. Dies erfordert aber auch ein ausgiebiges Training in ebenfalls riesigen Datenmengen, was somit auch die Grenze einer KI darstellt. Ferner ist eine KI durch datenbasiertes Lernen immer auf einen Anwendungszweck spezialisiert. Der nächste Evolutionsschritt, der diese Fokussierung auflöst, ist die Superintelligenz (SI). Diese ist nicht durch Trainingsdaten begrenzt, sondern beruht auf dem Reinforcement Learning, einem Lernverfahren, das dem Menschen sehr ähnelt und auf Versuch und Irrtum basiert. Ein erster entscheidender Schritt in Richtung SI erfolgte bereits 2017 durch AlphaZero. Dabei handelt es sich um eine Software der Firma DeepMind (heute Google), welche sich selbst darauf trainierte, Go, Schach und Elmo zu spielen. Der Lernansatz dabei basiert aber

nicht, wie bei einer klassischen KI, auf einem Trainingsatz von Spielen, sondern darauf, dass die Software den Regelsatz der Spiele erlernt und sich selbst trainiert. Innerhalb kurzer Zeit spielte AlphaZero dadurch knapp 5 Millionen Spiele gegen sich und lernte eigene Taktiken. Nach nur 24 Stunden Training erlangte die Software bereits ein übermenschliches Spielniveau und besiegte Stockfish, die bis dahin stärkste Schach-Engine der Welt.

Eine SI funktioniert also im Grunde wie das menschliche Denken und kann damit faktisch alles lernen. Der entscheidende Vorteil gegenüber dem menschlichen Gehirn ist jedoch, dass die Datenverarbeitungsrate nicht limitiert ist und somit um Dimensionen schneller sein wird. Daher wird es eine SI etwa so spannend finden, uns beim Denken zuzuschauen, wie es für uns spannend ist, Gras beim Wachsen zu beobachten.

Eine SI ist uns Menschen also maßlos überlegen und wird sich möglicherweise unserer Kontrolle entziehen. Deshalb wird derzeit bereits daran geforscht, einer SI ebenfalls ein Werte- und Normensystem mit einer entsprechenden Handlungsethik beizubringen. Dafür bleibt aber auch noch etwas Zeit, denn nach aktuellen Expertenschätzungen werden etwa ab dem Jahr 2075 die ersten wirklichen SI bereitstehen.

### BioGeo – Advanced Human Features

Aus der Tierwelt sind uns Menschen beeindruckende Fähigkeiten zur Raumorientierung bekannt. Dies betrifft beispielsweise das jahreszeitbedingte Wanderungsverhalten von Zugvögeln oder das zielsichere Heimkehren von Bienen oder Brieftauben. Tiere nutzen dabei naturgegebene Eigenschaften und Organe sowie ein spezifisches Erinnerungs- und Erkennungsvermögen, welche sie scheinbar zu einem multisensorischen Navigationssystem vereinen. Wäre es nicht wunderbar, wenn Menschen daran orientiert ihre Sinnesfähigkeiten erweitern könnten? Wir behelfen uns durch Inanspruchnahme technischer Einrichtungen und Hilfsmittel. Wird es in ferner Zukunft möglich sein, hierauf zu verzichten? Können Menschen in der Zukunft mit einem inneren Kompass navigieren? Aus der Perspektive der Gegenwart fällt die Einordnung derartiger synthetischer, biologisch-technischer Erweiterungen der menschlichen Fähigkeiten schwer. Ist es Science-Fiction oder

Fantasy? Fernab dieser Unschärfe, wirft die Thematik aus unserer heutigen Perspektive gewichtige ethische Fragestellungen auf, die nicht zuletzt auch die Freiheit und Selbstbestimmung betreffen.

### Metaversum

Das Wort Metaversum setzt sich zusammen aus den Begriffen „Meta“ und „Universum“, bedeutet also »jenseits des Universums« oder »eine höhere Stufe des Universums« (engl. Metaversum). Es umfasst die Vision der Verschmelzung der virtuellen Welt (VR), der erweiterten Realität (AR), des Cyberspace und der echten physischen Welt in einem gemeinsamen digitalen Raum ohne Grenzen. Durch diese Verschmelzung agieren und interagieren die Metaverse-Nutzer gleichberechtigt in der realen und virtuellen Welt. Das Metaverse ist ständig online verfügbar und gibt dem Nutzer eine Umgebung, in der er Zeit verbringt, kreativ werden kann oder wirtschaftlich tätig wird. Damit unterscheidet es sich von den bisherigen singulären Anwendungen wie Computerspielen oder virtuellen Stadtrundgängen. Es bildet damit die nächste Evolutionsstufe des Internets. Viele Konzerne arbeiten derzeit an dieser Version und versuchen diese umfassende Verbindung umzusetzen. Damit dies gelingt, sind Verknüpfungen von Schlüsseltechnologien notwendig, die in der bisherigen Serie der Technologietrends schon eine Rolle gespielt haben, wie Virtual Reality, Augmented Reality, Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen. Weiterhin braucht es aber auch Geräte zum Zugang (Headsets, Smart Glasses), holografische Verfahren und vor allem eine schnelle und sichere Netzwerkverbindung mit einer dezentralen Verknüpfung. Um den Austausch zwischen den Welten interoperabel zu gewährleisten, sind noch weitere Technologien wie Non-Fungible Token (NFTs) und Blockchain zu integrieren.

Mit diesem Metaverse ergibt sich eine deutliche Weiterentwicklung der Konzepte der digitalen Zwillinge hin zu einem gemeinsamen realen und virtuellen Universum. Für den Geodäten eröffnet dies die Frage, welche Konzepte und Aufgaben der realen Welt sich in die virtuelle Welt übertragen lassen und wie das Zusammenspiel aussehen wird. Beispiele hierfür sind die Aufteilung des (virtuellen) Raumes durch Grenzen, die Eigentumssicherung, die Navigation, aber auch die Erstellung und Transferierung von (räumlichen) Objekten zwischen den Welten.

*Robert Seuß, Christian Lucas,  
Markus Seifert, Marcel Weber, Christian  
Baier, Jens Eckhardt, Andreas Becker;  
Mitglieder des AK 2 – Geoinformation und  
Geodatenmanagement*

► Der Beitrag ist in den DVW-Nachrichten 5/2022 erschienen.

#### Kleine Übersicht



#### Weiterführende Literatur

<https://ak2.dvw.de/2/veroeffentlichungen/publikationen/1347-technologietrends>



Mein **Netzwerk.**  
Meine **Chance.**  
Mein **Verein.**

# Netzwerk**DVW**

[www.dvw.de](http://www.dvw.de)

