



Bill, R., Zehner, M. L. (Hrsg.)

## GeoForum MV 2024 - 20 Jahre Geoinformation – quo vadis?

GEOMV



GeoForum MV 2024 –  
20 Jahre Geoinformation – quo vadis?

Bill, R., Zehner, M. L. (Hrsg.)

Verein der Geoinformationswirtschaft Mecklenburg-Vorpommern e.V.  
Vorstand  
Lise-Meitner-Ring 7  
D-18059 Rostock

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons „Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ 4.0 International 4.0 (CC BY NC SA). Der Text der Lizenz ist unter <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> abrufbar. Eine Zusammenfassung (kein Ersatz) ist nachlesbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>.

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

978-3-384-30945-7 (Softcover)  
978-3-384-30946-4 (Hardcover)  
978-3-384-30947-1 (E-Book)

Veröffentlicht bei tredition GmbH 2024  
Titelbild: GEOMV e. V.  
Lektorat/Satz: Maria Rudolph, heimatkunden

tredition GmbH 2021  
Halenreihe 40-44  
22359 Hamburg  
E-Mail: [info@tredition.de](mailto:info@tredition.de)  
Internet: <https://tredition.de/>

# GEOMV

**GeoForum MV 2024**

**20 JAHRE GEOINFORMATION – QUO VADIS?**

Tagungsband zum 20. GeoForum MV

[www.geomv.de/geoforum](http://www.geomv.de/geoforum)

Warnemünde, 2. und 3. September 2024

Bildungs- und Konferenzzentrum des Technologieparks Warnemünde



## **Veranstalter**

GEOMV e.V.

Verein der Geoinformationswirtschaft Mecklenburg-Vorpommern e.V.

Lise-Meitner-Ring 7, 18059 Rostock

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

## **Redaktion/Herausgeber**

Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill

Seniorprofessur für Geodäsie und Geoinformatik

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock

Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

<https://www.auf.uni-rostock.de/sg>

Dipl.-Ing. M.Sc. Marco Lydo Zehner

DVZ Datenverarbeitungszentrum M-V GmbH

Lübecker Straße 283, 19059 Schwerin

[www.dvz-mv.de/](http://www.dvz-mv.de/)

## **Aussteller und Sponsoren**

- virtualcitysystems GmbH
- ENEKA Energie & Karten GmbH
- Hochschule Anhalt - University of Applied Sciences
- LAiV M-V / Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen
- Dataport AöR
- DVZ Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern GmbH

# Vorwort des GEOMV

Der im Jahr 2004 gegründete Verein der Geoinformationswirtschaft Mecklenburg-Vorpommern (GEOMV e.V.) veranstaltet seit nunmehr zwanzig Jahren das zweitägige GeoForum MV für Vertreter aus Wirtschaft, Politik, Verwaltung, Lehre und Forschung. Unter dem Motto „20 Jahre Geoinformation – quo vadis?“ findet das 20. GeoForum MV am 2. und 3. September 2024 im Technologiepark Warnemünde statt.

Geoinformation ist in unserem heutigen Alltag angekommen. Die Standardisierung hat dazu beigetragen, unterschiedlichste Fachinformationen interoperabel und über Dienste miteinander zu verarbeiten. Im Rahmen der Digitalisierung in Verwaltung und Unternehmen spielt Geoinformation eine wichtige Rolle. Täglich werden neue Anwendungsbereiche für die und mit der Geoinformation entwickelt.

Der vorliegende Tagungsband sammelt die schriftlichen technologieorientierten und anwendungsbezogenen Beiträge. Neben einem Rückblick auf 20 Jahre Geoinformation – Fakten, Daten, Methoden und Geodateninfrastrukturen im Wandel stehen aktuelle Entwicklungen wie Digitale Zwillinge und offene Geodaten, Mobile Mapping und Künstliche Intelligenz, GIS und Erneuerbare Energien, Innovative GI-Anwendungen in der und für die Verwaltung, Geoinformation in der Bildung, Sensorik und GeoIT sowie Rostock 3D – bei Tag und bei Nacht im Fokus der beiden Tage. Somit unterstreicht auch das diesjährige Programm wie eng die Veranstaltung jeweils an den aktuellen weltweiten Entwicklungen in der Geoinformatik ausgerichtet ist, zudem aber stets auch ein Schaubild des regionalen Geschehens in der Geoinformationswirtschaft liefert.

Das GeoForum MV 2024 bietet wie in den Jahren zuvor Präsentationen von Best-Practice-Beispielen und die Darstellung von technisch-wissenschaftlichen Ergebnissen. Mehrere GIS-Hersteller, Dienstleistungs- und Datenanbieter stellen zudem im Ausstellungsteil ihr Produktspektrum vor. Die Teilnehmer schätzen aber auch die vielen Gelegenheiten zum persönlichen Erfahrungsaustausch und zur Vernetzung in einem netten Ambiente.

Das GeoForum MV hat sich somit in der Veranstaltungslandschaft zur Geoinformationswirtschaft in Deutschland zu einem interessanten Format herausgebildet und verfügt über eine treue Anhängerschaft, sowohl seitens der Referenten, Aussteller und Teilnehmer. Es leistet damit gemäß den Statuten des

---

GEOMV e.V. wichtige Beiträge zur Öffentlichkeitsarbeit, zum Wissenstransfer und zur Vernetzung auf diesem Gebiet.

Wir hoffen, Ihnen auch 2024 wieder ein spannendes und breit gefächertes Tagungsprogramm mit Vorträgen zu aktuellen Entwicklungen in der Geoinformationswirtschaft zu bieten.

Den Autoren sei herzlich für die rechtzeitige Bereitstellung ihrer Beiträge gedankt. Wir bedanken uns weiterhin bei unseren Ausstellern, die der Veranstaltung seit jeher eine besondere Note als Schauplatz der aktuellen Produkt- und Dienstleistungsentwicklung geben.

Wir wünschen uns und Ihnen ein spannendes GeoForum MV 2024, gute Diskussionen und viele Denkanstöße für die künftige Zusammenarbeit.

Die Organisatoren des GeoForum MV, für den GEOMV e.V.

*Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill und Marco L. Zehner*

# Inhalt

## 20 JAHRE GEOINFORMATION – QUO VADIS?

20 JAHRE GEOFORUM MV – EIN RÜCKBLICK <i>PROF. DR.-ING. RALF BILL</i> .....	7
20 JAHRE OPENSTREETMAP – EIN BLICK AUF DIE COMMUNITY UND IHRE ARBEIT <i>FALK ZSCHEILE</i> .....	13
FACETTEN AUS 2 X 20 JAHREN GEOINFORMATION – SYSTEME, DATEN UND ANWENDUNGEN <i>NGUYEN XUAN THINH, ULRICH SCHUMACHER</i> .....	25

## DIGITALE ZWILLINGE UND OFFENE GEODATEN

DIGITALE ZWILLINGE DER BEBAUTEN UMWELT – HINTERGRUND, GRUNDLAGEN UND BEISPIELE <i>JÖRG BLANKENBACH, DAVID CRAMPEN</i> .....	35
VON 3D-MODELLIERUNG ÜBER 3D-SIMULATION BIS HIN ZUR ERSTELLUNG VON GRÜNDACKKATASTERN IN DEUTSCHLAND UND VIETNAM <i>NGUYEN XUAN THINH, DAVID GISA, LOUISA KEGEL, SABRINA PILARCZYK</i> .....	43
PRÜFUNG DER UMSETZUNG DER DVO-HVD DER BUNDESLÄNDER MIT FOKUS AUF GEOBASISDATEN FÜR EINE VERWENDUNG IM ZUGE DER ERSTELLUNG EINES KOMMUNALEN WÄRMEPLANES <i>MAGDALENA ARBEITER, FRIEDERIKE ULANDOWSKI, CORNELIUS KIRCHHOFF</i> .....	51

## MOBILE MAPPING UND KI

KI-GESTÜTZTE KARTIERUNG UND BEWERTUNG ÜBERWÄRMUNGSGEFÄHRDETER BEREICHE IM STÄDTISCHEN STRAßENNETZ BASIEREND AUF MOBILE-MAPPING-DATEN <i>CAROLIN RÜNGER, MAXIMILIAN SESSELMANN, THORSTEN NABER, ANDREAS GROßMANN</i> .....	61
KARTIERUNG VON STREUOBSTWIESEN UND EINZELBÄUMEN MIT WEBGIS KVVWMAP UND APP KVMOBILE <i>PETER KORDUAN, DIRK MÜLLER</i> .....	69
TEXT- UND DATA-MINING BEI DATENBANKEN MIT GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONEN <i>FALK ZSCHEILE</i> .....	77

## **GIS UND ERNEUERBARE ENERGIEN**

UMZINGELT VON WINDKRAFTANLAGEN – MAL RÄUMLICH-OBJEKTIV BETRACHTET <i>DAVID HENNECKE, CARSTEN CROONENBROECK</i> .....	87
DIGITALE ZWILLINGE, GEODATEN UND KI: PRAXIS UND ANWENDUNGEN FÜR DIE FINANZWIRTSCHAFT <i>SVEN JANTZEN</i> .....	93
IMPULS: DIE AUFKOMMENDE WASSERSTOFFWIRTSCHAFT UND GRÜNE GEWERBEGBIETE IN MV – WIE KÖNNEN GEOINFORMATIONSSYSTEME UNTERSTÜTZEN? <i>DR. ARVID LANGENBACH</i> .....	101
ERFOLGREICHE WÄRMEPLANUNG DURCH ZUSAMMENSPIEL DER PRIVATWIRTSCHAFT MIT KOMMUNALEN IT-STRUKTUREN <i>TOBIAS LERCHE, MICHAEL BUSCH</i> .....	107

## **GEODATENINFRASTRUKTUREN IM WANDEL**

20 JAHRE GDI-MV <i>KAREN LANGER</i> .....	115
KARTENPORTAL UMWELT MV – QUO VADIS? <i>INKA TAUBER, DR. SASCHA KLONUS</i> .....	125
SVDB-PORTAL – ÖFFENTLICHER ZUGANG ZUR SEEVERMESSUNGSDATENBANK BEIM BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE <i>MIRKO BOTHE, PATRICK WESTFELD UND FRANK SELLERHOFF</i> .....	133
ENERGIEATLAS FÜR MECKLENBURG-VORPOMMERN IST ONLINE <i>JÖRN HOLLENBACH, PETER KORDUAN</i> .....	141

## **INNOVATIVE GI-ANWENDUNGEN IN DER UND FÜR DIE VERWALTUNG**

AUSKUNFT ZUR KAMPFMITTELBELASTUNG ALS RAUMBEZOGENER OZG-PROZESS <i>MARCO L. ZEHNER, TORSTEN HAUKE</i> .....	150
INNOVATIONEN IN DER MOBILEN DATENERFASSUNG <i>FABIAN GOETZEL, JANIS MÜLLER, ALEXANDER SCHULZ</i> .....	158
KREISLAUFWIRTSCHAFTLICHES DECISION SUPPORT SYSTEM FÜR AUFBEREITUNGSSTANDORTE MINERALISCHER BAUSTOFFE <i>TOBIAS BUCHWALD, DANIEL KRETZSCHMAR, PROF. DR. ALEXANDRA WEITKAMP</i> .....	164

## **GEOINFORMATION IN DER BILDUNG**

VIRTUELLE REKONSTRUKTION ROSTOCKER WAHRZEICHEN: EIN SCHÜLERPROJEKT ZUR FÖRDERUNG VON MINT-KOMPETENZEN DURCH 3D-MODELLIERUNG UND AR-TECHNOLOGIE

*ARND BLASCHKE, SASCHA POUKHLOVSKI, THOMAS BOROWITZ, TIM BALSCHMITER..... 172*

2010 - 2024: beMASTERGIS AN DER HS ANHALT – ENTWICKLUNGEN BIS HIN ZUM NEUEN DUALEN MASTERSTUDIUM VERMESSUNG UND GEOINFORMATIK

*MATTHIAS VÖLZKE, HOLGER BAUMANN, MARION PAUSE..... 181*

## **SENSORIK UND GEOIT**

AUFBAU EINER GEODATENINFRASTRUKTUR MITTELS GEONODE FÜR DAS PROJEKT ADDFERTI

*ALEXANDER STEIGER..... 189*

MINDERUNG DES EINFLUSSES VON WINDENERGIEANLAGEN-ECHOS IN WETTERRADARMESSTUNGEN DES DEUTSCHEN WETTERDIENSTES

*UWE KÖSTER ..... 197*

DETEKTION VON MELIORATIONSANLAGEN MITTELS SUPRALEITENDER MAGNETRESONANZMESSUNG

*JONAS WIENKEN, GÖRRES GRENZDÖRFFER ..... 205*

## **ROSTOCK 3D – BEI TAG UND BEI NACHT**

DROHNENGESTÜTZTE ERFASSUNG DER NÄCHTLICHEN LICHTBELASTUNG IN ROSTOCK

*GÖRRES GRENZDÖRFFER, THOMAS WERNICKE..... 213*

OPEN-SOURCE-PLUGIN FÜR PRÄZISE 3D-SOLAR-POTENTIALANALYSE UND WIRTSCHAFTLICHKEITSBEWERTUNG IN DER 3D-UMGEBUNG VC MAP

*MAXIMILIAN SINDRAM, TIM BALSCHMITER ..... 219*

## **FIRMENDARSTELLUNGEN**

VIRTUALCITYSYSTEMS GMBH ..... 229

ENEKA ENERGIE & KARTEN GMBH ..... 231

HOCHSCHULE ANHALT - UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES ..... 235

LAI M-V / AFGVK AMT FÜR GEOINFORMATION, VERMESSUNGS- UND

KATASTERWESEN ..... 237

DATAPORT AÖR ..... 239

DVZ M-V GMBH ..... 241



## **20 Jahre Geoinformation – quo vadis?**



# 20 Jahre GeoForum MV – ein Rückblick

*Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill*

Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18056 Rostock,  
ralf.bill@uni-rostock.de

**Abstract.** Das GeoForum MV findet in diesem Jahr zum zwanzigsten Mal statt. Der Beitrag betrachtet - aus Sicht des Mitorganisators - die Entwicklung des GeoForum MV über die letzten 20 Jahre. Dabei werden sowohl inhaltliche wie auch organisatorische Aspekte zusammengetragen. Es wird gezeigt, wie eng sich die Veranstaltung jeweils an den aktuellen weltweiten Entwicklungen in der Geoinformatik ausgerichtet hat, zudem aber stets auch ein Schaubild des regionalen Geschehens in der Geoinformationswirtschaft war. Mit einer umfassenden und sich auch sehr früh dem Gedanken Open verbundenen Dokumentation lässt sich auch im Rückblick nachschlagen, welche Themen und Referenten gerade en vogue waren.

## 1 Das GeoForum MV im Vergleich

Der im Jahr 2004 gegründete Verein der Geoinformationswirtschaft Mecklenburg-Vorpommern<sup>1</sup> veranstaltet seit nunmehr zwanzig Jahren das zweitägige GeoForum MV für Vertreter aus Wirtschaft, Politik, Verwaltung, Lehre und Forschung. Gemäß seiner Satzung vom 19.08.2004 sind die Wissensvermittlung zu Geoinformation (§2[2(g)], §2[3(f)]) und die Vernetzung (§2[2(b)]) wichtige Aufgaben, denen der Verein mit der Tagung als Kombination eines Vortragsprogramms mit einer Ausstellung nachkommt. In der jährlich variierenden Themenauswahl stehen technologiegetriebenen Themen stets auch Best-Practice-Beispiele aus der Region gegenüber. Die Entwicklung der ersten zehn Jahre des GeoForum stellt Bill, 2014 in GEOMV, 2014 dar. In diesem Beitrag soll der gesamte Zeitraum seit 2004 betrachtet werden.

Einzelne vergleichbare Vereine/Interessenverbände bemühen sich ebenfalls um die Entwicklung des Geoinformationsmarktes in Deutschland und führen auch

---

<sup>1</sup> <https://www.geomv.de/>

seit Jahren, teilweise Jahrzehnten ähnliche Veranstaltungen durch, so z.B. der Fachbereich Geoinformatik an der Paris-Lodron Universität Salzburg (früher: ZGIS) das AGIT-Symposium oder der Runder Tisch GIS e.V. an der TU München die Münchner GI-Runde (früher Fortbildungsseminar Geoinformation) als überregionale Veranstalter oder die GDI Sachsen früher das GIS-Forum bzw. seit 2020 Digitale Welten, um eine vergleichbare Landesaktivität zu nennen.

## 2 Bilanz von 20 Jahren

Die Vernetzung mit der Landespolitik und die Perspektive von zum GEOMV vergleichbaren Akteuren war stets ein Anliegen der Veranstaltung, i.d.R. in Form von Grußworten oder Keynotes: von Landesministern (Wirtschaftsminister der jeweiligen Jahre Ebnet und Seidel, Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Minister Schlotmann) oder deren Staatssekretären über bekannte Hochschulvertreter bis hin zu Vereinen (DDGI, GEOkomm e.V. – Verband der GeoInformationswirtschaft Berlin/Brandenburg, Geschäftsstelle Kommission für GeoInformationswirtschaft an der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) und Initiativen (IT-Initiative Mecklenburg-Vorpommern, Innovators Club).

### 2.1 Motto, Tagungsband und Themenvielfalt

Ab dem zweiten Jahr stand das GeoForum MV jeweils unter einem aktuellen Generalthema (**Motto**), welches entweder den Bezug zu gesellschaftlich gerade aktuellen Themen (z.B. Umwelt, Sicherheit, Energie, Daseinsvorsorge) oder aktueller werdenden Technologien (z.B. Sensorik, Smart, Digitalisierung) betonte.

Geoinformation = Wirtschaftsfaktor	2006
Geoinformation im Dienste von Umwelt und Sicherheit	2007
Internationalisierung der GeoInformationswirtschaft	2008
Geoinformation für Jedermann	2009
Vernetzte Geodaten: vom Sensor zum Web	2010
Geodateninfrastrukturen: Dreischaube für Wirtschaft und Verwaltung	2011
GIS schafft Energie	2012
Neue Horizonte für Geodateninfrastrukturen	2013
Mehrwerte durch Geoinformation	2014
Geoinformation und gesellschaftliche Herausforderungen	2015
Geoinformation im Alltag – Nutzen und neue Anforderungen	2016
Mit Geoinformationen planen!	2017
Geoinformation und Digitalisierung	2018
Geoinformation in allen Lebenslagen	2019
Geoinformation als Treibstoff der Zukunft	2020
Geoinformation in der öffentlichen Daseinsvorsorge	2021
Smarte Geoinformation	2022
Geoinformation – Gefragter denn je!	2023
20 Jahre Geoinformation – quo vadis?	2024

**Abbildung 1: Jahresmotto der Veranstaltung**

In den ersten Jahren waren eine Vielzahl von fachlich parallel angebotenen Workshops in die Tagung eingebaut, so z.B. zu AFIS-ALKIS-ATKIS (AAA, speziell

ALKIS), zu Lösungen in Tourismus, Ver- und Entsorgung, Land- und Forstwirtschaft, Umwelt, Immobilienwirtschaft oder zu technischen Aspekten wie Mobile GIS, Geodateninfrastruktur, NKf / NKHR, GMES. Dadurch sollten einerseits neue Themen integriert, Verbindungen in andere Branchen etabliert und gerade aktuelle Entwicklungen reflektiert werden.

Über alle Jahre hinweg wurde rechtzeitig zur jeweiligen Veranstaltung ein **Tagungsband** erstellt, zuerst als Sammlung in eigener Herausgabe, dann ab 2009 als Buch im GITO Verlag, zuletzt seit 2021 im Print-on-Demand-Verlag Tredition. Im letzten Jahrzehnt auch dem Open-Access-Gedanken folgend durch Lizenzierung unter einer Creative Commons Lizenz „Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ 4.0 International 4.0 (CC BY NC SA). Somit ist das GeoForum MV<sup>2</sup> auf den Webseiten des Vereins sehr gut und anschaulich dokumentiert.



**Abbildung 2: Tagungsbände**

Dies erlaubt auch mittels moderner Werkzeuge eine thematisch-inhaltliche Analyse. So zeigt z.B. die folgende Abbildung eine Wortwolken-Analyse der Tagungsbände der Jahre 2005, 2015 und 2023, in der die Begriffe aufgelistet sind, die mindestens 20-mal im Buch auftreten. Je häufiger die Begriffe auftreten, desto größer erscheint die Schrift. In allen Jahren erkennbar ist neben der **Themenvielfalt** stets eine *regionale Betonung* (Begriffe wie Mecklenburg-Vorpommern, Rostock), der *inhaltliche Fokus* auf (Geo-)Daten, Informationen und Technologien, die *Adressaten* Verwaltung und Unternehmen, aber auch

<sup>2</sup> <https://www.geomv.de/geoforum/>

schon recht früh die Bedeutung des *Internets* und der Aufbau von *Geodateninfrastrukturen* behandelnd.



Abbildung 3: Wordcloud-Auswertung (links 2005, mitte 2015, rechts 2023)

## 2.2 Teilnehmer und Aussteller

Gestartet ist das GeoForum im Jahr 2005 mit etwa 150 **Teilnehmern**, drei Viertel davon aus Mecklenburg-Vorpommern. Die Teilnehmerzahl hat sich über die Jahre verringert, zuletzt auch Corona geschuldet. In den letzten Jahren stammten diese zu jeweils über 40% aus dem Unternehmensumfeld (kleine bis große Softwareanbieter und IT-Dienstleister) oder der öffentlichen Verwaltung (von der kommunalen bis zur Landesebene). Hinzu kamen Teilnehmer aus dem Hochschul- und Wissenschaftsumfeld, z.B. auch Studierende der Landeshochschulen. Die Mehrheit der regelmäßig wiederkehrenden Teilnehmer stammt immer noch aus dem Land Mecklenburg-Vorpommern, gut ein Drittel reiste aber aus der ganzen Republik an.

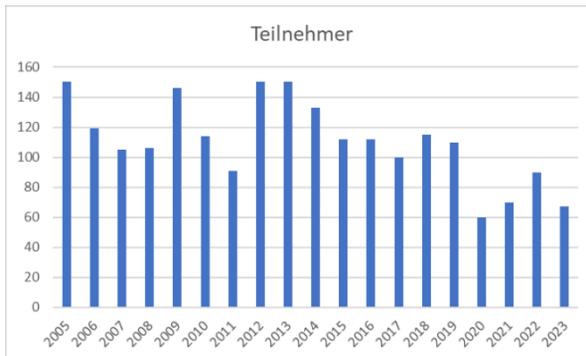
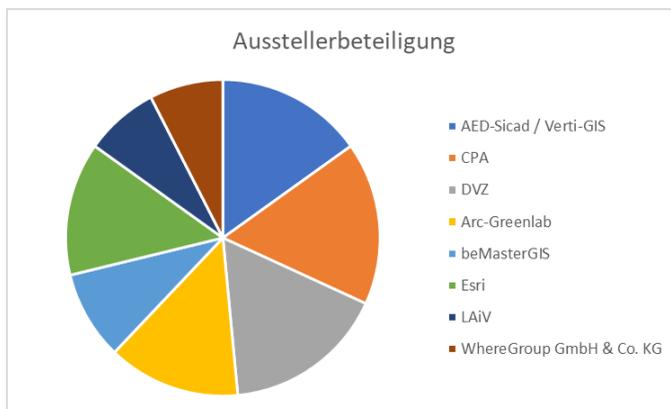
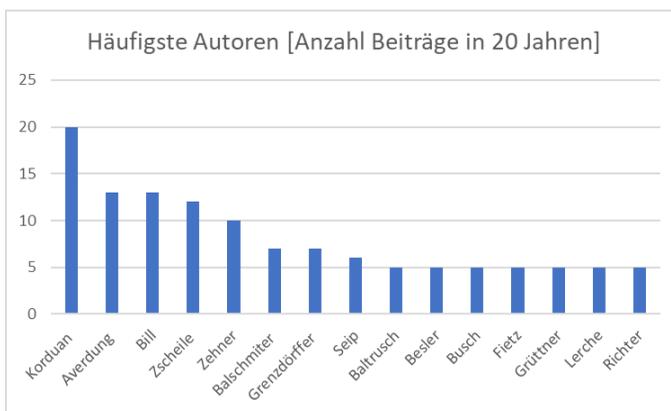


Abbildung 4: Teilnehmerzahl

Die Tagung wird durch eine Ausstellung begleitet. Die Gesamtzahl der **Aussteller** hat sich über die zwei Jahrzehnte deutlich verringert, im ersten Jahr waren es noch 18 Aussteller, durch Corona bedingt gab es dann einen deutlichen Rückgang. Insgesamt präsentierten sich über 50 regionale bis internationale Firmen, Verwaltungs- und Lehreinrichtungen über die Jahre. Auch immer mal wieder gab es durch die Themen des jeweiligen Jahres bedingt auch neue Aussteller.



**Abbildung 5: Ausstellerbeteiligung in mindestens 5 Jahren**



**Abbildung 6: Häufigste Autoren [Anzahl Beiträge in 20 Jahren]**

## 2.3 Autoren

Der Tagungsband ist durch die große Anzahl und Diversität von Beiträgen interessant und dokumentiert die Entwicklungen der beiden Jahrzehnte. 418 Autoren wirkten insgesamt über die letzten 20 Jahre an Beiträgen mit, pro Jahr zwischen 20 und 46 Autoren bei etwa 20 Beiträgen/Jahr in den letzten Jahren. Im Anfang gab es aufgrund paralleler Workshops mehr Beiträge. Die vorangegangene Abbildung zeigt das Ranking der (Ko-)Autoren mit 5 Paper und mehr pro Jahr.

## 3 Zusammenfassung und Ausblick

In den vergangenen zwei Jahrzehnten haben Geoinformationen einen gewaltigen gesamtgesellschaftlichen Bedeutungs- und Wertezuwachs erhalten. Sie sind in der heutigen offenen, vernetzten, digitalisierten und mobilen Welt Teil einer Infrastruktur, die sowohl für die wirtschaftliche als auch für die gesellschaftlichen und politischen Prozesse notwendig ist. Geoinformationen sind darüber hinaus zu einem Gebrauchsartikel geworden, der wie selbstverständlich über das Internet jedermann und jederzeit offen zur Verfügung steht.

Das GeoForum MV hat sich in der Veranstaltungslandschaft zur Geoinformationswirtschaft in Deutschland zu einem interessanten Format herausgebildet und verfügt über eine treue Anhängerschaft, sowohl seitens der Referenten, Aussteller und Teilnehmer. Es leistet damit wichtige Beiträge zur Öffentlichkeitsarbeit, zum Wissenstransfer und zur Vernetzung auf diesem Gebiet.

## Literatur

- GEOMV [Hrsg.] (2014): GeoMV 2004 – 2014: 10 Jahre Verein für Geoinformationswirtschaft Mecklenburg-Vorpommern e. V., Redaktionsteam Bill, R., Golnik, A., Klammer, U., Kutschke, K.-H., 95 Seiten.
- Bill, R. (2014): GeoForum MV – eine Fachveranstaltungsreihe mit großer Bedeutung für die Geoinformationswirtschaft in der Region. In: GEOMV [Hrsg.] (2014): GeoMV 2004 – 2014. Seite 35-39.

# 20 Jahre OpenStreetMap – Ein Blick auf die Community und ihre Arbeit

*Falk Zscheile*

FOSSGIS e.V., Bundesallee 23, 10717 Berlin  
falk.zscheile@fossgis.de

**Abstract:** OpenStreetMap wurde im Juli 2004, also vor ziemlich genau 20 Jahren, gegründet. Der Beitrag blickt zurück auf die Entwicklung des Projektes in dieser Zeit und wagt auch einen Blick in die Zukunft. Dabei werden unter anderem Aspekte der Datenqualität, der Community, des Rechts und Kuriosa in den Blick genommen.

## 1 Einleitung – 20 Jahre sind viel Zeit

Es gibt nicht die eine Geschichte zu 20 Jahren OpenStreetMap. Die vergangenen 20 Jahre waren so ereignisreich, dass die Auswahl und Schwerpunktsetzung zwangsläufig subjektiv sein müssen. Der nachfolgende Rück- und Ausblick ist die Sicht eines Juristen, der als Radfahrer auf der Suche nach frei verfügbarem Kartenmaterial für sein GPS-Gerät auf OSM stieß und 2010 seinen allerersten Vortrag auf dem 6. GeoForum MV über ein Thema aus dem OpenStreetMap-Universum hielt [30]. Es folgten viele weitere Vorträge zu diesem Thema auf anderen Konferenzen. Der Weg führte den Autor weiter über eine Mitgliedschaft im FOSSGIS e. V. und schließlich hin zu einer Vorstandstätigkeit in eben jenem Verein. So hat sich über die Zeit sowohl der Interessenschwerpunkt als auch der Blickwinkel im und auf das OpenStreetMap-Projekt verschoben. All diese Facetten werden sich in diesem Artikel zu 20 Jahren OpenStreetMap wiederfinden.

## 2 Historische Entwicklungslinie

### 2.1 Ausgangslage für OpenStreetMap

Wichtige Wegbereiter für OpenStreetMap hatten bereits im Jahr 2001 das Licht der Welt erblickt. Die Wikipedia war in diesem Jahr gegründet worden und vollzog gerade ihren Siegeszug. Auch Creative Commons nahm im Jahr 2001 seine Arbeit auf, mit dem Ziel, die Gemeinfreiheit kreativer Leistungen sicherzustellen. Das Internet hatte ohnehin schon seinen Siegeszug angetreten.

Als die Idee für OpenStreetMap im Jahr 2004 entstand, wurden GPS-Empfänger auch für Verbraucher langsam erschwinglich, und es kamen allmählich auch für den Freizeitgebrauch Geräte auf den Markt. Ebenfalls im Jahre 2004 kam es zur Gründung des Wikimedia Deutschland e. V. und des „Vereins Geoinformationswirtschaft Mecklenburg-Vorpommern“ (GeoMV). Die Zeit zu erkennen, welchen Wert und welche Bedeutung Geodaten im Kontext moderner Datenverarbeitung zukommen wird, war also reif. An offene und freie (Geo-)Daten von staatlicher Seite war zu jener Zeit noch nicht zu denken. Geografische Informationen gab es nur bei den dafür zuständigen Ämtern oder bei großen kommerziellen Anbietern gegen hohe Lizenzgebühren zu beziehen.

In diesem Umfeld gründete Steve Coast das Projekt OpenStreetMap. Es war gedacht als „Wikipedia für geografische Informationen“. Jede Person sollte diese Daten für eigene Projekte nutzen können. Eine Reprivatisierung sollte ausgeschlossen sein. Dementsprechend entschied man sich zunächst für die CC BY-SA 2.0 als Lizenz für das Projekt. Die erste noch verfügbare Version der OpenStreetMap-Webseite datiert auf den 26.08.2004 [16] und gilt damit als Gründungsdatum. Der erste Änderungssatz des Benutzers Steve (Steve Coast [15]) in der heutigen OpenStreetMap-Datenbank wurde am 9. April 2005 in der OpenStreetMap-Datenbank gespeichert [13]. Am 14. April 2024, etwa 19 Jahre danach, wurde von dem Benutzer „TheRukk“ der 150-millionste Änderungssatz in der OpenStreetMap-Datenbank [14] erzeugt.

### 2.2 Weitere Entwicklungen

Ab dem Jahr 2008 beschleunigt sich die Entwicklung bei OpenStreetMap rasant, was sich nicht zuletzt an den registrierten Accounts zeigt: 2007 sind bei OpenStreetMap ca. 10.000 Accounts registriert [20]. Ein Jahr später, 2008, hat sich die Anzahl auf ca. 40.000 Accounts vervierfacht, um sich ein weiteres Jahr später (2009) auf ca. 120.000 Accounts zu verdreifachen. Im Jahr 2014 weist OpenStreetMap 1,5 Mio. Accounts auf und kann weitere 10 Jahre später (2024) auf etwa 12 Mio. registrierte Accounts verweisen [20]. Davon waren in den

Jahren 2015–2024 jeden Monat zwischen 40.000 und 50.000 Accounts aktiv [20]. Das Verhältnis von neuen und alten Accounts, die aktiv beitragen, bleibt dabei in etwa konstant [20]. Es zeigt sich aber, dass die Beiträge der Accounts in Summe abnehmen, je länger sie aktiv sind [1]. Die höchste Aktivität wird im Jahr nach der Erstellung des Accounts erreicht [1].

Einen schmerzhaften Einschnitt im Projekt gab es in den Jahren 2010–2012 als der Lizenzwechsel von der CC BY-SA 2.0 zur Open Database License 1.0 (ODbL 1.0) vollzogen wurde [zu Einzelheiten vgl. 29, S. 61–65]. Die ursprünglich gewählte Lizenz hatte sich als juristisch ungeeignet für Datenbanken erwiesen. Die Bereinigung der Datenbank um nicht relizenzierte Inhalte führte zu einem signifikanten Datenverlust, der jedoch schneller als erwartet wieder ausgeglichen werden konnte.

Dies mag auch daran liegen, dass im Jahre 2011 gefördert durch die Wikimedia Deutschland im Rahmen von WissensWert 2010 [26] erstmals in größerem Umfang hochauflösende Luftbildlizenzen des Unternehmens Aerowest [19] für OpenStreetMap erworben werden konnten. War es bis dato die Regel, dass für Details die Erfassung vor Ort notwendig war, konnten nunmehr sogar Hausumringe und andere nur über Luftbilder erschließbare Objekte erfasst werden.

### **2.3 Administrativer Rahmen**

Schon 2006 wird deutlich, dass ein Projekt wie OpenStreetMap einen administrativen Rahmen benötigt. Die Gründung der OpenStreetMap Foundation (OSMF) – eingetragen unter der „Company No. 05912761“ beim UK Companies House seit dem 22.08.2006 – ist Folge dieser Überlegungen. Für die deutsche Community übernahm die administrative Rolle im Hintergrund immer dann, wenn es notwendig war, der 2000 als GRASS-Anwender-Vereinigung e. V. (GAV) gegründete und 2008 in FOSSGIS e. V. umbenannte Verein. Erst seit 2017 ist der FOSSGIS e. V. für OpenStreetMap in Deutschland offiziell das Local Chapter der OpenStreetMap Foundation. Darauf basierend ist der FOSSGIS e. V. Mitglied im OSMF Advisory Board. Im Jahr 2020 wurde eine erste bezahlte Stelle (Koordinierungsstelle) beim FOSSGIS e. V. eingerichtet. 2022 folgte eine Kooperationsvereinbarung des FOSSGIS e. V. mit dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG). Schließlich wurde im Jahr 2023 FOSSGIS e. V. eine weitere Stelle geschaffen, die sich dezidiert für Belange von OpenStreetMap einsetzt.

### 3 Besonderheiten und Alleinstellungsmerkmale

Auch in Zeiten, in welchen die öffentliche Verwaltung forciert durch das europäische Recht auch im Bereich der geografischen Informationen immer mehr Daten bereitstellt, hat OpenStreetMap seine Existenzberechtigung nicht verloren. Im Gegenteil, der Einsatz von Anwendungen, die auf OpenStreetMap-Daten basieren, nimmt immer weiter zu. Dies hat ganz unterschiedliche Gründe.

#### 3.1 Die OpenStreetMap-Philosophie

OpenStreetMap gibt nicht vor, welche Daten mit Raumbezug gesammelt werden. Gesammelt wird, was als geografisches Objekt sichtbar ist (sog. „on the ground rule“) und als sammelenswert erscheint. Es gibt keinen festen Kanon an Objekten, die eingetragen werden dürfen. Limitiert wird dies ausschließlich durch das Interesse der Beitragenden. Nur wenn sich genügend Personen für ein Thema interessieren, entsteht am Ende ein Datensatz, der für Anwendungen attraktiv ist.

So besitzt OpenStreetMap bereits einen sehr detaillierten Datensatz zum Thema Brauereien. Auf der Brauereikarte [brewmap.openstreetmap.de](https://brewmap.openstreetmap.de)<sup>1</sup> finden sich Standorte von Micro- über Handwerks- bis hin zu Industriebrauereien.

#### 3.2 Niederschwelliges Angebot

Die OpenStreetMap-Daten sind als niederschwelliges Angebot für alle verfügbar. Das im Umfeld von OpenStreetMap bestehende Ökosystem von Open-Source-Software zur Prozessierung und Visualisierung macht es Entwicklern leicht, bei Themen mit Raumbezug schnell vorzeigbare Ergebnisse zu präsentieren.

Insbesondere bei gesellschaftspolitischen Themen mit Raumbezug kann OpenStreetMap seine Stärken ausspielen. Dies hat sich zuletzt im Rahmen der Legalisierung des Cannabiskonsums in Deutschland durch das Cannabisgesetz (CanG) gezeigt. In § 5 Abs. 2 CanG sind Orte festgelegt, in denen ein Konsumverbot herrscht. Dieses Verbot gilt auch in „Sichtweite“ solcher Orte. Dabei wird „Sichtweite“ als nicht mehr gegeben angesehen, wenn sich eine Person weiter als 100 m von einem entsprechenden Ort entfernt aufhält. Diese rechtlichen Vorgaben wurden basierend auf OpenStreetMap-Daten durch die Bubatzkarte visualisiert [25, 24, 4].

---

<sup>1</sup> <https://brewmap.openstreetmap.de/>

Eine ähnliche Anwendung wurde in der Vergangenheit auch schon für die Visualisierung von Zonen, in denen für Drohnen ein Flugverbot herrscht, auf Basis von OpenStreetMap-Daten erstellt [12].

Die Vielfalt der in der OpenStreetMap-Datenbank enthaltenen Informationen resultiert auch aus einer (vermuteten) großen Überschneidung von Interessen außerhalb des Projektes mit OpenStreetMap. So finden sich insbesondere im Bereich des Fußgänger-, Rad- und Bahnverkehrs in der Datenbank Informationen, die sich sonst nur schwer öffentlich zugänglich finden lassen.

### **3.3 Internationales Angebot**

Ein weiterer Vorteil der OpenStreetMap-Daten ist, dass sie (bundes-)länderübergreifend verfügbar sind. OpenStreetMap-Daten kommen daher überall dort zum Einsatz, wo es gilt, Beschränkungen des Datensatzes aufgrund administrativer Grenzen abzumildern. So ergänzen auch viele Behörden die Visualisierung ihrer eigenen Daten, damit diese optisch nicht an der Verwaltungsgrenze aufhören.

Trotz der Bemühungen der EU um eine einheitliche Geodateninfrastruktur, die insbesondere den Zugang zu vorhandenen Daten erleichtern soll, hat OpenStreetMap den Vorteil, dass die Daten bereits in einer Datenbank abrufbereit bereitstehen.

### **3.4 Datenschutzfreundliches Angebot**

Die Daten von OpenStreetMap stehen entsprechend der Lizenz allen frei zur Verfügung. Hinter der Bereitstellung und Visualisierung der Daten steht kein Geschäftsmodell, sondern die Überzeugung, dass alle Menschen Zugang zu Geodaten haben sollen.

Karten, die über [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)<sup>2</sup> und [www.openstreetmap.de](http://www.openstreetmap.de)<sup>3</sup> bereitgestellt werden, bestehen vordergründig, um zu demonstrieren, was mit den vorhandenen Daten möglich ist. Das Fehlen eines Geschäftsmodells ermöglicht die datensparsame Nutzung, sodass auch kleinere Institutionen im Rahmen der Nutzungsregeln auf datensparsames Kartenmaterial zugreifen können. Dies vereinfacht die Einhaltung der Anforderungen der Datenschutzgrundverordnung. Ebenso lassen sich mit OpenStreetMap eigene Anwendungen bauen, welche die

---

<sup>2</sup> <https://www.openstreetmap.org/>

<sup>3</sup> <https://www.openstreetmap.de/>

volle Kontrolle über die Daten gestatten. Sie können daher Teil der Strategie zur digitalen Souveränität und zur Datensparsamkeit sein.

So kommen im besonders datenschutzsensiblen Bereich, wie beispielsweise beim Aufruf der von der Bundesärztekammer geführten Liste nach § 13 Abs. 3 Schwangerschaftskonfliktgesetz, OpenStreetMap-Daten und ein Open-Source-Framework zum Einsatz [2].

## **4 Herausforderungen**

OpenStreetMap ist als Datenbank für weltweite geografische Informationen immer wieder (unfreiwillig) am Puls der Zeit. Aktuelle Entwicklungen mit Geobezug finden ihren Widerhall in den Daten und in Konsequenz auch in den entsprechenden Karten. An dieser Stelle bemerken dann auch Personen, welche OpenStreetMap ausschließlich als Konsumenten zur Kenntnis nehmen, die Entwicklung. Vandalismus an den Daten von OpenStreetMap ist leider die Begleiterscheinung eines Projektes, das erfolgreich eingesetzt wird, dessen Inhalte auch immer Teil ungelöster politischer Konflikte sein können. Konflikte, die sich in letzter Zeit unmittelbar im OpenStreetMap-Projekt niedergeschlagen haben, sind der Ukrainekrieg [18] und der Gazakrieg [6]. Indes beeinträchtigen aber nicht nur politische Konflikte von Zeit zu Zeit die Datenqualität.

### **4.1 Vandalismus in den Kartendaten**

Ein Vorteil des OpenStreetMap-Projektes ist, dass zahlreiche Karten immer die aktuellen Informationen aus der Datenbank visualisieren. So werden großräumige Veränderungen der Daten auch von Personen bemerkt und gemeldet, welche die Datenbank selbst nicht beobachten. Hier hat sich als Vorteil erwiesen, dass auch generische E-Mailadressen, wie `info@fossgis.de` tatsächlich gelesen werden. Daneben spielt aber auch der Versuch, Vandalismus bereits mit technischen Mitteln zu erkennen [11], einen unverzichtbaren Teil, die Daten von OpenStreetMap in einem validen Zustand zu halten.

Dass es relativ leicht zu Vandalismus kommt, hängt wiederum mit der Philosophie von OpenStreetMap zusammen. Die Einstiegshürden ins Projekt werden so niedrig wie möglich gehalten. Jede interessierte Person soll im Prinzip in der Lage sein, sofort selbst beizutragen. Einschränkungen dieser Freiheit werden nur sehr behutsam vorgenommen. Dank der Datenstruktur mit Speicherung der Änderungen und der Zeitspenden vieler im Projekt aktiver Personen konnten die Folgen von Vandalismus in allen Fällen bisher schnell und vollständig beseitigt werden. In einigen Fällen war dies dennoch komplizierter als

---

notwendig, weil bereits Personen ohne geoinformatisches Knowhow versucht hatten, den Vandalismus zu beseitigen. Gut gemeint ist auch hier nicht immer gut gemacht. Die OSM-Revert-Funktion ist nur für Einzelfälle geeignet [27]. Die Beseitigung von großflächigem Vandalismus benötigt andere Werkzeuge und Fachwissen im Bereich der Geoinformatik und der Datenstruktur von OpenStreetMap. Aus den entsprechenden Erfahrungen der Vergangenheit hat sich ein Vorgehen entwickelt, das zunächst eine Abklärung potenzieller Vandalismusvorgänge im Projektforum ([community.openstreetmap.org](https://community.openstreetmap.org)<sup>4</sup>) und mit der bei der OpenStreetMap Foundation bestehenden Data Working Group vorsieht. Hier erfolgt dann die Information über das Vorgehen und erfolgte Maßnahmen. Wie in der IT-Sicherheit ist auch der Schutz vor Vandalismus bei OpenStreetMap immer ein Wettlauf gegeneinander. Maßnahmen werden getroffen und umgangen und neue Maßnahmen getroffen etc. Vorkehrungen aufgrund der aktuellen Vorkommnisse [28] sind die Beschränkung der Menge des gleichzeitig möglichen Uploads von Objekten für neue User. Außerdem wurde die Möglichkeit beschränkt, viele OSM-Accounts mit der gleichen E-Mailadresse anzulegen. Ebenso wurden bestimmte Anonym-Mailer und VPNs gesperrt.

## 4.2 Augmented-Reality-Spiele auf dem Smartphone

Eine weitere Herausforderung für OpenStreetMap sind Spiele, die auf Augmented Reality setzen. Allen voran ist hier das Unternehmen Niantic mit seinem Spiel Pokémon GO zu nennen. Im Jahr 2017 stellte das Unternehmen seine Kartengrundlage von Google Maps auf Kartenmaterial um, welches OpenStreetMap als Datenbasis verwendet [3]. Bestimmte Pokémons haben die Eigenschaft besonders in Parkanlagen zu erscheinen (to spawn). Es dauerte nicht lange, bis spielbegeisterte Personen damit anfangen, OpenStreetMap auf den dafür vorgesehenen Kanälen über in den Daten noch fehlende Parkanlagen zu informieren oder die Datenbasis selbst zu ergänzen [10, 17]. Andere Personen zeigten sich weniger respektvoll und fingen kurzerhand an, Parkanlagen in die OpenStreetMap-Daten einzutragen, die in der Realität nicht existierten [23, 8]. Eine Neuauflage bekam dieses Phänomen im Frühjahr 2024. Mit dem neu kreierten Pokémon „Schligda“, welches Strände für seine Existenz benötigt, gab es ähnliche Vorkommnisse [5, 7]. Da nicht alle spielbegeisterten Personen an den Strand fahren wollten oder konnten, wurden wiederum kurzerhand Strände vor der eigenen Haustür in der OpenStreetMap-Datenbank eingetragen, ohne tatsächlich zu existieren.

---

<sup>4</sup> <https://community.openstreetmap.org/>

### 4.3 Nutzung durch Konzerne

Die Nutzung von OpenStreetMap-Daten durch internationale Konzerne zeigt die Qualität der Daten. So nutzt die Deutsche Post/DHL OpenStreetMap-Daten auf ihren Webseiten [21].

So schön das Kompliment für OpenStreetMap ist, welches mit der Nutzung der OpenStreetMap-Daten in eigenen Anwendungen ausgesprochen wird, so herausfordernd kann die Nutzung durch Konzerne sein, wie das Beispiel von Niantic zeigt. Dort wird oft nicht gesehen oder ggf. auch ignoriert (Homo economicus), welcher Mehraufwand für ein Projekt entsteht, welches ganz überwiegend von Freiwilligen getragen wird. Das Phänomen der Nutzung, ohne zu unterstützen oder Anerkennung zu geben, gilt es zu beobachten. Im Falle von Niantic wurde hieran auch bereits Kritik geäußert, weil die Overture Maps Foundation und nicht die OpenStreetMap Foundation durch das Unternehmen unterstützt wird [22].

Eine andere unschöne Form von Trittbrettfahrerei zeichnet sich im Bereich von Telematikversicherungen für Autos ab. Auch hier werden OpenStreetMap-Daten eingesetzt, die es dem Versicherungsnehmer ermöglichen, bei verkehrsgerechtem Verhalten durch den Versicherungstarif honoriert zu werden. Wird die Datenbasis von OpenStreetMap durch die vielen Freiwilligen nicht schnell genug angepasst, so kann es vorkommen, dass in den Daten hinterlegte Geschwindigkeiten und tatsächlich an der Straße ausgewiesene Geschwindigkeitsbeschränkungen nicht übereinstimmen. In der Telematik-App kommt es dann bei der Bonusauswertung zur Feststellung entsprechender Verstöße. Beschwerd sich eine versicherte Person bei der Versicherung über die Diskrepanz zwischen Kartendaten und Wirklichkeit, so hat der Kundendienst der Versicherung keine Skrupel, den Versicherungsnehmer direkt an OpenStreetMap zu verweisen: „Die Daten werden von OpenStreetMap bezogen. Wir haben hierauf keinen Einfluss. Bitte wenden Sie sich direkt an OpenStreetMap.“ Hier wird der Vorteil, den ein Konzern durch die Nutzung der Daten hat, in verantwortungsloser Weise genutzt. Man verwendet kostenlose Daten und spart die sonst fälligen Lizenzgebühren für das Material und delegiert gleichzeitig Beschwerden an eine Organisation, die von Freiwilligen getragen wird. OpenStreetMap ist bemüht die Daten zu pflegen, es ist aber kein Dienstleister für Dritte.

Es ist aktuell nicht abschließend geklärt, ob das geschilderte Vorgehen vorsätzlich erfolgt oder auf völliger Verkennung der Funktionsweise von OpenStreetMap basiert. Jedenfalls müssen hier Wege gefunden werden, wie Konzerne bei auftretenden Fehlern bei deren Behebung unterstützt werden können, ohne dass das Engagement der Community überstrapaziert oder gar ausgenutzt wird. Die

---

Entwicklung entsprechender Geschäftsmodelle wird eine Aufgabe in naher Zukunft sein. Hier gilt es einerseits die Arbeit der Community zu respektieren und andererseits Konzernen Wege zu bieten, einen Beitrag zur Datenpflege und zur Projektunterstützung zu leisten.

## **5 Ausblick**

### **5.1 Organisatorische Weiterentwicklung**

Der FOSSGIS e. V. fungierte über viele Jahre als „Auffanghülle“, wenn die Community einen Rechtsträger für Verträge und Verwaltungsvereinbarungen benötigte. Er stand bzw. steht für die Community bereit, wenn diese ihn benötigt, steuert oder managt die Community jedoch nicht aktiv. Zudem weist der Verein die Besonderheit auf, dass er in sich sowohl Personen aus dem FOSSGIS-Umfeld als auch aus der OpenStreetMap Community vereint. Dies sind wesentliche Unterschiede beispielsweise zur Wikipedia/Wikimedia, die auf einer wesentlich breiteren Mitgliederbasis aufbaut, die zugleich homogener zusammengesetzt ist. Die Außenrepräsentation von OpenStreetMap in Deutschland steht zudem vor der Herausforderung, immer erst erklären zu müssen, wer der FOSSGIS-Verein ist, wenn es um OpenStreetMap geht. Hier wird man ggf. die Außendarstellung schärfen und stärker über die Marke „OpenStreetMap Deutschland“ kommunizieren müssen. Mit der Schaffung von zwei bezahlten Stellen im FOSSGIS e. V., von der sich eine Stelle ausschließlich OpenStreetMap-Themen widmet, sind erste Schritte hin zu einer stärkeren Professionalisierung im Bereich FOSSGIS und OpenStreetMap gegangen. Weitere werden folgen müssen, um der wachsenden Bedeutung des OpenStreetMap-Projektes auch in Zukunft gerecht werden zu können. Hierzu gehört auch die Entwicklung von Geschäftsmodellen zur Datenpflege, um den Herausforderungen der Datennutzung durch internationale Konzerne gerecht zu werden.

### **5.2 Technische Weiterentwicklung – Vector-Tiles**

Die technisch spannendste Entwicklung im Umfeld von OpenStreetMap sind sogenannte Vector Tiles, eine von dem Unternehmen Mapbox vorangetriebene Entwicklung, deren Spezifikation derzeit in der Version 2.1 vorliegt [9]. Diese haben das Ziel, das Beste aus beiden Welten von Vektor- und Pixelgrafik basierter Kartendarstellung zu verbinden, um eine hohe Performance bei der Anzeige im Web zu erreichen. Nach Einschätzungen in der FOSSGIS-Community hat Mapbox durch die Entwicklung von Vector Tiles und einem WebGL-basierten Kartenviewer die Darstellungs- und Verwendungsmöglichkeiten von Web-Karten auf ein neues Niveau gehoben.

### 5.3 Rechtliche Weiterentwicklung

Die Open Database License, unter welcher die OpenStreetMap-Daten seit 2012 ausschließlich lizenziert sind, stammt aus einer Zeit, als die Gewährleistung, Freiheit und Offenheit der Daten oberste Priorität haben musste. Mittlerweile erweist sich die zu diesem Zweck in den Bedingungen enthaltene Copyleft-Klausel (Share Alike) als hinderlich. So scheitern an dieser restriktiven Lizenzierung Versuche, Daten zum gegenseitigen Nutzen mit Akteuren aus der öffentlichen Verwaltung auszutauschen. Dort sind viele geografische Informationen zwischenzeitlich ebenfalls Open Data, allerdings unter abweichenden Lizenzen. Lizenzinkompatibilitäten, die nur durch Zusatzvereinbarungen teilweise ausgeräumt werden können, stellen hier ein nicht zu unterschätzendes Hindernis dar.

### Literatur

- [1] Brömmel, P.: OpenStreetMap Statistics: How many edits are from users from wich year? URL (besucht am 29.06.2024):  
<https://piebro.github.io/openstreetmap-statistics/?source=piebro.github.io#d993>
- [2] Bundesärztekammer: Liste der Bundesärztekammer nach § 13 Abs. 3 Schwangerschaftskonfliktgesetz. URL (besucht am 29.06.2024):  
<https://liste.bundesaeztekammer.de/suche>
- [3] Frank, A.: Pokémon Go's maps now look a lot different. URL (besucht am 29.06.2024):  
<https://www.polygon.com/2017/12/4/16725748/pokemon-go-map-changes-openstreetmap>
- [4] Hahn, D.: Zu viele Anfragen legen Seite lahm: Störung bei Bubatzkarte. URL (besucht am 21.06.2024):  
<https://www.swp.de/panorama/bubatzkarte-stoerung-seite-karte-down-34251-73461909.html>
- [5] Hansen, P.: Wegen Pokémon werden weltweite Navi-Daten manipuliert – Spieler werden zu Stranddieben. URL (besucht am 29.06.2024):  
<https://www.ingame.de/news/pokemon-go-openstreetmap-weltweit-manipuliert-schligda-fangen-niantic-navi-trainer-nintendo-zr-93051196.html>
- [6] Holland, M.: Tel Aviv aus OpenStreetMap gelöscht: Wiederherstellung schwieriger als gedacht. URL (besucht am 29.06.2024):  
<https://heise.de/-9348751>
- [7] ivanbranco: Beware of fake beaches (Pokémon Go). URL (besucht am 29.06.2024):  
<https://community.openstreetmap.org/t/beware-of-fake-beaches-pokemon-go/112413>
- [8] Juhász, L.: Playlist „Exploring the Effects of Pokémon Go Vandalism on OpenStreetMap”. URL (besucht am 29.06.2024):  
<https://media.ccc.de/v/sotm2019-at-1880-exploring-the-effects-of-pokmon-go-vandalism-on-openstreetmap/related>

- 
- [9] Mapbox: Mapbox Vector Tile Specification. URL (besucht am 29.06.2024): <https://github.com/mapbox/vector-tile-spec>
- [10] Nakaner: Datenupdate bei Pokémon Go, neue Welle an Phantasieparcs. URL (besucht am 29.06.2024): <https://community.openstreetmap.org/t/datenupdate-bei-pokemon-go-neue-welle-an-phantasieparcs/83032>
- [11] Neis, P., Goetz, M., Zipf, A.: Towards Automatic Vandalism Detection in OpenStreetMap. In: ISPRS International Journal of Geo-Information Bd. 1 (2012), Nr. 3, S. 315–332
- [12] Neis, P., Stark, H.-J.: Eine konfigurierbare Karte mit Verbotszonen für Drohnenflieger auf Basis von OpenStreetMap Daten. In: FOSSGIS e. V. (Hrsg.): FOSSGIS Konferenz Bonn 2018. Kirchzarten, 2018, S. 127
- [13] OpenStreetMap: Änderungssatz: 1. URL (besucht am 29.06.2024): <https://www.openstreetmap.org/changeset/1>
- [14] OpenStreetMap: Änderungssatz: 150000000. URL (besucht am 29.06.2024): <https://www.openstreetmap.org/changeset/150000000>
- [15] OpenStreetMap: Steve. URL (besucht am 29.06.2024): <osm:changeset:2005-04-09>
- [16] OpenStreetMap: www.openstreetmap.org. URL (besucht am 29.06.2024): <http://web.archive.org/web/20040828134256/http://www.openstreetmap.org/>
- [17] OpenStreetMap Blog: Tips for new (Pokémon GO) mappers. URL (besucht am 29.06.2024): <https://blog.openstreetmap.org/2016/12/30/tips-pokemon-go/>
- [18] OpenStreetMap Community Forum: The „OSM Standard tile layer“ looks wrong (white lines, abusive comments etc.). URL (besucht am 29.06.2024): <https://community.openstreetmap.org/t/the-osm-standard-tile-layer-looks-wrong-white-lines-abusive-comments-etc/111583>
- [19] OpenStreetMap-Wiki: DE:WissensWert/Luftbilder. URL (besucht am 29.06.2024): <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:WissensWert/Luftbilder>
- [20] OpenStreetMap-Wiki: Stats. URL (besucht am 28.06.2024): <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Stats>
- [21] Paketda! DHL erklärt Tausch von Google Maps gegen OpenStreetMap. URL (besucht am 29.06.2024): <https://www.paketda.de/news-kurznachrichten-20240404.html>
- [22] Poole, S: ohne Titel. URL (besucht am 29.06.2024): <https://en.osm.town/@simon/112348151558024102>
- [23] Reichert, M.: Achtung, Pokémon-Alarm! URL (besucht am 29.06.2024): <https://blog.openstreetmap.de/blog/2017/01/achtung-pokemon-alarm/>
- [24] Sahler, C.: Karte zeigt, wo Kiffen in Frankfurt erlaubt ist – und wo nicht. URL (besucht am 29.06.2024): <https://www.fr.de/frankfurt/cannabis-an-diesen-orten-in-frankfurt-ist-kiffen-ab-montag-erlaubt-und-an-diesen-nicht-bubatzkarte-92922272.html>
- [25] Services, Block: Bubatzkarte. URL (besucht am 21.06.2024): [www.bubatzkarte.de](http://www.bubatzkarte.de)

- [26] Wikimedia: WissensWert/40 – Luftbilder für OpenStreetMap. URL (besucht am 29.06.2024):  
[https://meta.wikimedia.org/wiki/WissensWert/40\\_-\\_Luftbilder\\_der\\_f%C3%BCr\\_OpenStreetMap](https://meta.wikimedia.org/wiki/WissensWert/40_-_Luftbilder_der_f%C3%BCr_OpenStreetMap)
- [27] woodpeck: Vandalismus entdeckt ?! URL (besucht am 21.06.2024):  
<https://community.openstreetmap.org/t/vandalismus-entdeckt/114485/17>
- [28] woodpeck: Vandalismus entdeckt ?! URL (besucht am 21.06.2024):  
<https://community.openstreetmap.org/t/vandalismus-entdeckt/114485/19>
- [29] Zscheile, F.: Die Änderung des Lizenzmodells von Open Street Map – Eine Zwischenbilanz. In: Martini, M., Thiel, G., Röttgen, A. (Hrsg.): Geodaten und Open Government – Perspektiven digitaler Staatlichkeit, Speyerer Forschungsberichte 280. Speyer: Deutsches Forschungsinstitut für Öffentliche Verwaltung, 2015 – ISBN 978-3-941738-18-8, S. 37–79
- [30] Zscheile, F.: Open Street Map – ein offenes Datenschema und seine Probleme. In: Bill, R., Flach, G., Klammer, U., Niemeyer, C. (Hrsg.): GeoForum MV 2010 – Vernetzte Geodaten: vom Sensor zum Web: Tagungsband zum 6. GeoForum MV. Berlin: GITO-Verlag, 2010, S. 37–40

# Facetten aus 2 x 20 Jahren Geoinformation – Systeme, Daten und Anwendungen

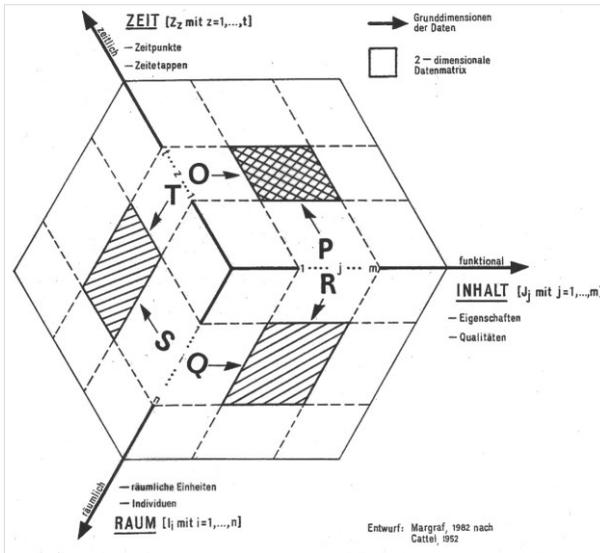
*Nguyen Xuan Thinh, Ulrich Schumacher*

TU Dortmund, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR),  
Dresden und Universität Rostock  
nguyen.thinh@tu-dortmund.de, U.Schumacher@ioer.de

**Abstract.** Zum 20. Jubiläum des GeoForums MV möchten zwei Autoren, welche sich fast 20 Jahre gemeinsam mit Systemen, Daten und Anwendungen der Geoinformation befasst haben, historische Entwicklungen, Meilensteine und Entwicklungspfade reflektieren. Beide Autoren haben einen engen Bezug zur Professur für Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Rostock. Zum Schluss wagen die Autoren einen Ausblick in die zukünftige Entwicklung der Systeme, Daten und Anwendungen der Geoinformation im Zeitalter der KI, IoT-Sensoren und digitalen Zwillinge.

## 1 Ausgangspunkt

In den 1980er Jahren wurde am Institut für Geographie und Geoökologie (IGG) der Akademie der Wissenschaften der DDR in Leipzig ein Konzept für den Aufbau des Digitalen Geographischen Datenspeichers (DIGG) entwickelt – dem ersten landesweiten GIS in der DDR auf Großrechnerbasis (im zivilen Bereich). Als theoretisches Grundgerüst diente ein allgemeingültiges Daten-Methoden-Modell für räumliche Analysen, welches als Datenquader darstellbar ist (Abbildung 1). Die Analysetechniken O/P, Q/R und S/T entsprechen einer faktorenanalytischen Herangehensweise, wo einzelne Matrizen („Scheiben“) des Datenquaders partiell betrachtet werden. Beim Aufbau des DIGG ging es um punkt- und rasterförmige Basisgeometrien für alle Gemeinden sowie um die Automatisierung raumbezogener Ansätze einschließlich einfacher kartographischer Darstellungsformen, wobei der Autor Ulrich Schumacher seit 1984 mitgewirkt hat. Ausgewählte Ergebnisse mit DIGG-Bezug wurden publiziert, z. B. eine GIS-Anwendung zum Potentialansatz in der Geographie am Beispiel des Bezirkes Leipzig (Schumacher 1989).



**Abbildung 1: Daten-Methoden-Modell (Datenquader) für raumbezogene Analysen (Quelle: Margraf, 1985, 29)**

## 2 Die 1990er Jahre

Nach der Erlangung der deutschen Einheit wurden die Forschungsinstitute im Osten Deutschlands neu strukturiert, darunter das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) in Dresden im Jahr 1992 gegründet. Die beiden Autoren gehören zum Gründungsteam des Geo-Informationssystems am IÖR. Beim Aufbau der Infrastruktur wurde großer Wert auf ein analytisch orientiertes GIS für alle Forschungsbereiche gelegt. Die Wahl fiel zunächst auf das quadtree-basierte System SPANS. Damit wurde das GIS-Pilotprojekt im IÖR bearbeitet: eine Erreichbarkeitsanalyse großer Städte in Sachsen auf Basis einer Bürgermeisterbefragung. Deren Auswertung im planerischen Kontext wurde im Rahmen der IÖR-Schriften publiziert (Wirth und Schumacher 1996). Danach erfolgte eine ausgedehnte Forschung von Raummustern und Entwicklung von Methoden zur Analyse umfangreicher Geodaten durch Verknüpfung von Mathematik, Geo- und Umweltinformatik, Städtebau und Stadtökologie. Hierzu gehört die Entwicklung von AML-Programmen in Arc/Info zur räumlichen Analyse der Flächennutzungsmuster von allen 116 kreisfreien Städten in Deutschland.

### 3 Die 2000er Jahre

Die Fortsetzung der letztgenannten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten mündeten in die Habilitation von Nguyen Xuan Thinh an der Universität Rostock 2005 zum Thema „Entwicklung von mathematisch-geoinformatischen Methoden und Modellen zur Analyse, Bewertung, Simulation und Entscheidungsunterstützung in Städtebau und Stadtökologie“ (Thinh 2005). Es sollen hier zonen- und gitterbasierte Analysen multitemporaler Geodaten zur räumlich-zeitlichen Charakterisierung und Operationalisierung von Leitbildern und Theorien der Stadtentwicklung (wie kompakte Stadt, fraktale Stadt oder zentrale Orte) hervorgehoben werden (Abbildung 2).

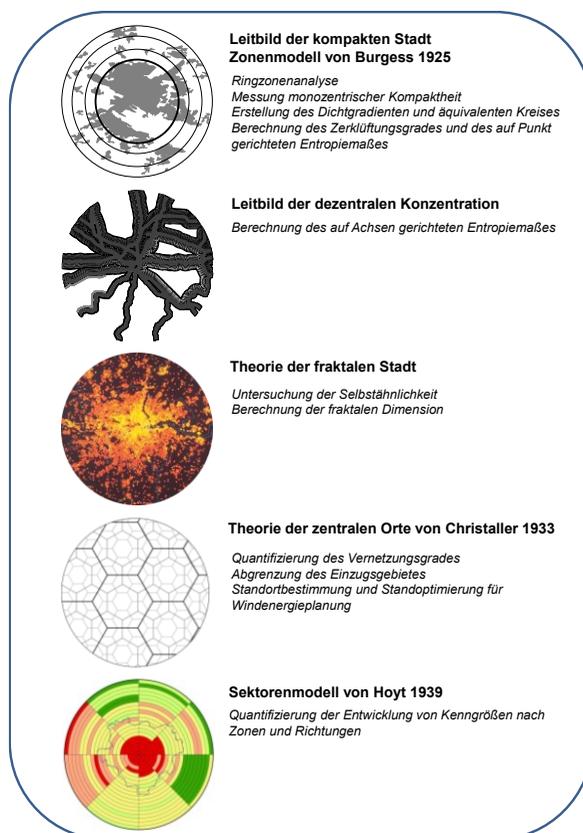


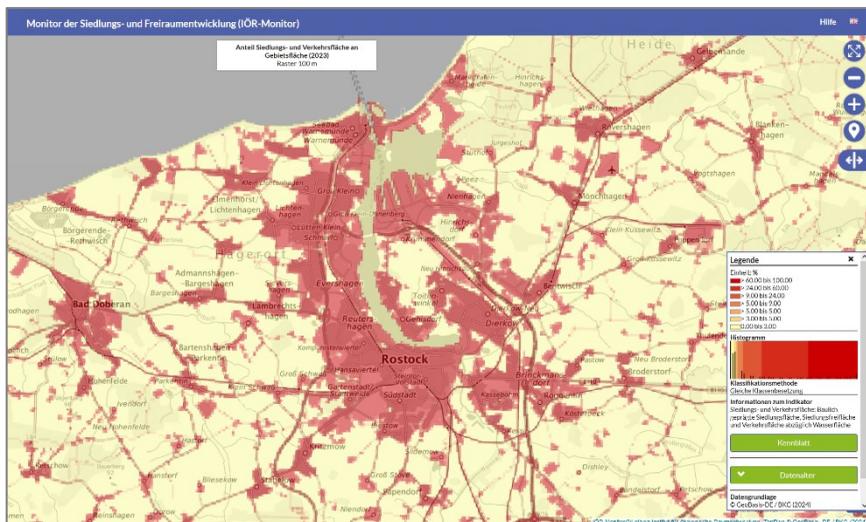
Abbildung 2: Operationalisierung von Leitbildern und Theorien (Quelle: Thinh 2019)

Zur Ressourceneffizienz von Siedlungsstrukturen als wichtiger Thematik in der ökologischen Raumforschung wurde am IÖR ein Forschungsschwerpunkt etabliert. Ein dazugehöriges GIS-Projekt fokussierte auf räumliche Zusammenhänge zwischen strukturellen Indikatoren auf Basis deutschlandweiter Geodaten – mit einer abschließenden Publikation zur Bewertung der Ressourceneffizienz von Siedlungsstrukturen mit Methoden der Geoinformatik und Statistik (Thinh und Schumacher 2011).

## **4 Die 2010er Jahre**

An der Fakultät Raumplanung der TU Dortmund hat Nguyen Xuan Thinh den Anfang 2011 neu gegründeten Lehrstuhl für Raumbezogene Informationsverarbeitung und Modellbildung (RIM) aufgebaut und die GIS-Lehre für die Raumplanung nachhaltig in Theorie und Praxis geprägt. Entsprechend den allgemeinen Trends der Digitalisierung und Industrie 4.0 hat er rechtzeitig und umfassend moderne Technologien in Forschung und Lehre eingeführt und etabliert. So sind inzwischen Technologien wie 3D-Modellierung, 3D-Geoinformationssysteme und fortgeschrittene Fernerkundungsmethoden mit hochauflösenden Satellitenbildern wie SPOT-Bilder feste Bestandteile in den Forschungsprojekten, Promotions-, Master- und Bachelorarbeiten sowie Lehrveranstaltungen von RIM geworden. Insbesondere die Einführung der Flugroboter-Technologie, Unmanned Aerial Vehicle (UAV) und 3D-Laserscanning bietet neue Perspektiven in Forschung und Lehre der Fakultät Raumplanung.

Am IÖR wird der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) seit 2010 als räumlich hochauflösendes und offenes Informationssystem für die Entwicklung der Landbedeckung bzw. Landnutzung sowie der Landschaftsqualität in Deutschland auf Basis von ATKIS-Daten betrieben und regelmäßig aktualisiert. Das besondere Konzept des Monitorings durch GIS-gestützte topographische Datenanalyse wurde international publiziert (Krüger et al. 2013). Als aktuelles Kartenbeispiel aus dem IÖR-Monitor ist der Indikator „Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an Gebietsfläche“ für Rostock und Umland auf Rasterbasis dargestellt (Abbildung 2).



**Abbildung 3: IÖR-Monitor: Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gebietsfläche in Rostock und Umland, 100m-Raster, 2023 (Quelle: <https://www.ioer-monitor.de><sup>1</sup>, Zugriff: 14.06.2024)**

## 5 Aktuelle Aspekte

Seit 2022 sind an der TU Dortmund die Thermalfotografie sowie IoT-Sensoren in Forschung und Lehre eingeführt worden, womit die Fakultät Raumplanung eine führende Rolle unter den Raumplanungsfakultäten in Deutschland bezüglich der modernen GIS-Technologien einnimmt. Mithilfe dieser Technologien konnte der Lehrstuhl mehrere Projekte zur Erforschung und Entwicklung von digitalen Zwillingen und 3D-Modellen, 3D-Simulationen sowie zur Erprobung von VR- und AR-Technologien erfolgreich initiieren und damit wertvolle Produkte erschaffen (Thinh 2022, Thinh et al. 2023).

Am IÖR wurde eine einheitliche urbane Maske für städtische Kernräume (Bebauung, innerörtlicher Verkehr und Siedlungsgrün) auf Basis europäischer Copernicus-Daten entwickelt. Damit konnten Analysen zur urbanen Zerschneidung sowie zu urbanen Grünstrukturen für europäische Großstädte durchgeführt werden. Eine inzwischen eingereichte Dissertation an der

<sup>1</sup> <https://www.ioer-monitor.de/>

Universität Rostock (Schumacher 2024) zu dieser Thematik wurde auf dem 19. GeoForum MV bereits vorgestellt (Schumacher 2023).

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über wesentliche GI-Systeme, Daten und Anwendungen aus 40 Jahren Praxis der Autoren.

**Tabelle 1: GI-Systeme – Daten – Anwendungen**

Periode	Institution	System	Daten	Trend	Anwendungen
1980er Jahre	IGG Leipzig (AdW der DDR)	Eigenentwicklung	Punkte, Raster (DDR; intern selbst erfasst)	 Offenheit, 3D, Sensordaten	Geographie (z. B. Potentialansatz)
1990er Jahre	IÖR Dresden	SPANS, Arc/Info, ArcView	Punkte, Vektor, Raster, Quadtree (Sachsen; selbst erfasst oder lizenzpflichtig)		Regionalplanung (z. B. Erreichbarkeitsanalyse) und Stadtplanung
2000er Jahre	IÖR Dresden Uni Rostock	Arc/Info, ArcMap / ArcGIS	Punkte, Vektor, Raster (Deutschland; teils selbst erfasst oder lizenzpflichtig)		Analyse, Bewertung und Simulation in Städtebau und Stadtökologie (z. B. Ressourceneffizienz)
2010er Jahre	IÖR Dresden TU Dortmund	ArcMap / ArcGIS	Punkte, Vektor, Raster, 3D (Europa; lizenzpflichtig oder offen)		IÖR-Monitor, RIM-Projekte für Hochwassermanagement, UAV
2020er Jahre	IÖR Dresden TU Dortmund Uni Rostock	ArcMap / ArcGIS Pro, QGIS	Punkte, Vektor, Raster, 3D, AR/VR (Europa, Welt; offen)		Digitale Zwillinge, AR/VR, IoT, KI (z. B. Analysen auf Basis urbaner Masken)

In den nächsten Jahren werden digitale Zwillinge für unterschiedliche Forschungsgegenstände entwickelt, um neue systemische Lösungswege für verschiedenartige Fragestellungen zu erarbeiten. Durch die Kombination umfangreicher Geodaten, Satelliten- und Luftbilddaufnahmen sowie Radar- und Messdaten über das Internet der Dinge (IoT) werden Fragestellungen unterschiedlicher Skalen simuliert. Der digitale Zwilling dient beispielsweise der Entwicklung und Erprobung von KI-Methoden zur Kartierung von Flächen-

nutzungen und Retentionsflächen, zu cloudbasierten und interaktiven Simulationen sowie zur Quantifizierung von Begrünungspotenzialen.

## Literatur

- Krüger, T., Meinel, G., Schumacher, U. (2013): Land-use monitoring by topographic data analysis. In: *Cartography and Geographic Information Science (CaGIS)*, 40 (2013) 3, 220-228.
- Margraf, O. (1985): Grundprinzipien für den Aufbau eines EDV-gestützten geographischen Informationssystems. In: *Wiss. Mitt. Inst. f. Geogr. u. Geoökol. AdW d. DDR* 15, Leipzig 1985, 23-40.
- Schumacher, U. (1989): Zur Anwendung des Potentialansatzes in der Geographie. Dargestellt im Rahmen eines geographischen Informationssystems. In: *Geographische Berichte*, Heft 2/1989, Gotha, 129-137.
- Schumacher, U. (2023): Zur Analyse von Stadtstrukturen – basierend auf offenen Geodaten und urbanen Masken in Europa. In: Bill, R., Zehner, M.L. (Hrsg.): *GeoForum MV 2023. Geoinformation – Gefragter denn je! tredition*, Ahrensburg, 21-29.
- Schumacher, U. (2024): Räumliche Analyse von Stadtstrukturen auf Basis offener Geodaten mit Hilfe urbaner Masken in Europa. Dissertationsschrift eingereicht an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock, Juni 2024.
- Thinh, N.X. (2005): Entwicklung von mathematisch-geoinformatischen Methoden und Modellen zur Analyse, Bewertung, Simulation und Entscheidungsunterstützung in Städtebau und Stadtökologie. Habilitationsschrift, Universität Rostock.
- Thinh, N.X. (2019): Von der Detektion über Analyse und Bewertung zur Modellierung und Simulation von Raummustern – eine Reflektion der Forschung und Lehre des Fachgebietes RIM seit April 2011. In: Gruehn, D., Reicher, C., Wiechmann, T. (Hrsg.): *50 Jahre Dortmunder Raumplanung. JOVIS*, Berlin, 172-184.
- Thinh, N.X. (2022): Virtual Reality in der Raumplanung – Entwicklung und Demonstration eines in VR erlebbaren digitalen Zwillings des Campus Süd der TU Dortmund. In: Bill, R., Zehner, M.L. (Hrsg.): *GeoForum MV 2022. Smarte Geoinformation. tredition*, Ahrensburg, 95-104.
- Thinh, N.X., Kuester-Campioni, T., Schaefer, M., Karakus, S. (2023): Nachhaltiges Gebäudemanagement – Wirkungen des BMUV-Projektes Smart Urban Areas (SUA). In: Bill, R., Zehner, M.L. (Hrsg.): *GeoForum MV 2023. Geoinformation – Gefragter denn je! tredition*, Ahrensburg, 89-100.
- Thinh, N.X., Schumacher, U. (2011): Bewertung der Ressourceneffizienz von Siedlungsstrukturen mit Methoden der Geoinformatik und Statistik. In: Thinh, N.X., Behnisch, M., Margraf, O. (Hrsg.): *Beiträge zur Theorie und quantitativen Methodik in der Geographie. Rhombos*, Berlin (IÖR-Schriften 57), 67-84.
- Wirth P., Schumacher, U. (1996): Erreichbarkeit großer Städte – eine Entwicklungsbedingung für ländliche Räume. Untersuchungsergebnisse aus Sachsen. *IÖR-Schriften* 16, Dresden, 80 S.



# **Digitale Zwillinge und offene Geodaten**



# Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt – Hintergrund, Grundlagen und Beispiele

*Jörg Blankenbach, David Crampen*

Geodätisches Institut und Lehrstuhl für  
Bauinformatik & Geoinformationssysteme, RWTH Aachen University  
blankenbach@gia.rwth-aachen.de, crampen@gia.rwth-aachen.de

**Abstract.** Digitale Zwillinge sind derzeit in aller Munde und werden u.a. für Anwendungen in der bebauten und unbebauten Umwelt diskutiert. Geoinformationen stellen eine wesentliche Informationsquelle für die digitale Abbildung der Erdoberfläche und seiner Objekte dar. Im Beitrag werden die Hintergründe und die Herkunft des Begriffs „Digitaler Zwilling“ dargelegt und die aktuellen Entwicklungen mit Fokus auf der be- und gebauten Umwelt skizziert. Mit dem SFB/TRR 339 „Digitaler Zwilling Straße“ wird ein aktuelles Beispiel aus der Forschung gezeigt, anhand dessen auch die wichtige Rolle von Geoinformation und Vermessung verdeutlicht werden soll.

## 1 Einleitung

Digitale Zwillinge werden aktuell als Digitalisierungsvehikel für zahlreiche Anwendungen der bebauten und unbebauten Umwelt diskutiert. Die Attraktivität und Eingängigkeit des Begriffs verleiten dabei sicherlich auch zur schnellen Aneignung des vermeintlich intuitiv verständlichen Konzeptes. Gleichermäßen führt es jedoch aktuell auch regelmäßig zu leidenschaftlichen Diskussionen darüber, was ein Digitaler Zwilling tatsächlich ist oder eben auch (noch) nicht ist, was das wirklich Neue daran darstellt und wo womöglich einem cleveren Marketinginstinkt folgend lediglich bereits (lange) existierende Produkte durch eine neue Verpackung attraktiver gemacht werden.

Im vorliegenden Beitrag soll daher zunächst die Herkunft des Begriffs beleuchtet und ein Blick auf die aktuellen Entwicklungen zu Digitalen Zwillingen in der bebauten Umwelt gerichtet werden. Im zweiten Teil wird einleitend die Rolle der Geoinformation für Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt diskutiert und

anhand eines aktuellen Forschungsgrößprojektes, des SFB/TRR 339 „Digitaler Zwilling Straße“, verdeutlicht.

## 2 Entwicklung

Die dem Digitalen Zwilling zugrundeliegende Idee der virtuellen Abbildung eines realen Systems wird oft mit der Raumfahrt in Verbindung gebracht, in der sich die NASA bereits in den 1970er Jahren (Guo & Lv, 2022) damit beschäftigt hat, im All befindliche Raumfahrtsysteme digital am Boden zu simulieren. Die Ausarbeitung des Konzeptes „Digitaler Zwilling“ geht aber im Wesentlichen auf die Produktionstechnik zurück (Grieves, 2005), (Grieves, 2014). Aus dieser Zeit stammen die ersten Definitionen, die bis heute gültig sind. Demnach besteht ein Digitaler Zwilling aus drei Komponenten:

1. einem physischen Objekt im realen Raum,
2. einer digitalen Repräsentation des Objekts im virtuellen Raum und
3. einer engen, systematischen Verbindung beider Repräsentationen zum Zwecke des bilateralen Datenaustauschs.

In der Zwischenzeit sind zahlreiche weitere allgemeine oder anwendungsspezifische Definitionen mit Erweiterungen und Verfeinerungen hinzugekommen, u.a. (Glaessgen & Stargel, 2012), (bS, 2020), die jedoch stets auf diesem Grundprinzip aufbauen.

Neben der ganzheitlichen digitalen Abbildung eines realen Systems durch die Integration von verschiedensten Daten und Modellen, schließen digitale Zwillinge auch Sensoren zur Erfassung des Zustands des realen Systems, den Echtzeitdatenaustausch, (KI-gestützte) Analysewerkzeuge und Simulationen sowie leistungsstarke Visualisierungsschnittstellen (z.B. VR/AR) ein.

## 3 Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt

Das Konzept des Digitalen Zwillings wird mittlerweile auch intensiv für die bebaute Umwelt diskutiert. Die jeweiligen Zwillinge adressieren dabei bauliche Objekte unterschiedlichster Art und Größe. Sie reichen von einzelnen baulichen und technischen Anlagen (EnergyTwin, 2024), über Gebäude und Punktbauwerke (SmartBridge 2024) bis hin zu Infrastrukturbauwerken (siehe Abschnitt 4). Digitale Zwillinge werden dabei vor allem als Werkzeug für den nachhaltigen Betrieb und die effizientere Unterhaltung von Bauwerken in der

langen Nutzungsphase im Lebenszyklus gesehen. Beispielsweise möchte das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) Digitale Zwillinge zukünftig nutzen, um die Erhaltung und Unterhaltung der Verkehrsinfrastruktur im Bundesfernstraßennetz zu verbessern (BMDV, 2024).

Ein weiterer Bereich der bebauten Umwelt, der derzeit stark beleuchtet wird, sind Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen, so genannte „Urbane Digitale Zwillinge (UDZ)“. Mittlerweile beschäftigen sich zahlreiche Städte im nationalen (u.a. CUT, 2024) wie auch internationalen Raum (u.a. Helsinki, Singapore), häufig aus dem Smart-City-Kontext kommend, mit dem Konzept des UDZ.

### **3.1 Rolle von Vermessung und Geoinformation**

Ein wesentliches Merkmal eines Digitalen Zwillings ist die Integration von bislang meist isoliert gehaltenen Daten, Modellen und Funktionen zur übergreifenden Abbildung des realen Systems und seines Kontexts. Geodaten und Geodatenmodelle können dazu einen wesentlichen Beitrag leisten:

- Geodaten beschreiben die Form und Größe (Geometrie) der physischen Objekte im realen Raum. Für viele Fragestellungen in einem Digitalen Zwilling, von der Visualisierung über die Ableitung weiterer Modelle mit geometrischen Randbedingungen bis hin zu komplexen Analysen, spielt die Geometrie die entscheidende Rolle.
- Viele Geodatenmodelle sind objektorientiert auf Grundlage definierter Objektarten bzw. Objektklassen. Sie liefern daher auch Informationen zur Semantik sowie nicht-geometrische Informationen (Sachdaten), was für die Analyse und die Verknüpfung mit anderen Daten nützlich ist.
- Geodaten sind räumlich referenziert und können als Basis für die Georeferenzierung anderer Daten und Modelle (z.B. Sensordaten, FE-Modelle) in einem Digitalen Zwilling dienen.

Neben Daten und Modellen integrieren Digitale Zwillinge zudem auch Visualisierungsfunktionalitäten, Analysewerkzeuge und Simulationen, so dass die entsprechenden Geodaten-Viewer und Geodatenanalysetoolboxen ebenfalls ein wesentlicher Bestandteil Digitaler Zwillinge der bebauten Umwelt sein müssen.

Obwohl aus Vermessung und Geoinformation bereits viele grundlegende Daten, Modelle und Funktionen für raumbezogene Anwendungen aller Art zur Verfügung gestellt werden können, besteht auch Handlungsbedarf, um die Nutzbarkeit und Integrationsfähigkeit für einen Digitalen Zwilling zu verbessern. So stellt sich beispielsweise die Frage, wie die vorhandenen und häufig auf die Bedürfnisse der eigenen Prozesse ausgerichteten Daten- und

Informationsmodelle für Digitale Zwillinge einerseits vereinfacht, andererseits aber auch erweitert werden können. Auch kommt der Bedarf nach modularen und erweiterten Werkzeugen zum Umgang mit Geodaten, von der Georeferenzierung über räumliche Analysen bis hin zur automatischen KI-gestützten Datenanalyse auf, die für Digitale Zwillinge zur Verfügung gestellt werden können.

Ein Beispiel für die erweiterte räumliche Informationsmodellierung als auch automatische Datenanalyse für einen Digitalen Zwilling wird im Folgenden gegeben.

## **4 SFB/TRR 339 „Digitale Zwillinge Straße“**

Der Sonderforschungsbereich SFB/TRR339 „Digitaler Zwilling Straße“ (SFBTRR339, 2024) vereint 17 thematische Teilprojekte aus den drei funktionalen Gruppen: „Physikalische Ebene“, „Informatorische Ebene“ und „Übergeordnete Module“. Das Ziel dieses kollaborativen Forschungsprojektes zwischen der Technischen Universität Dresden und der RWTH Aachen University ist die Entwicklung von neuen Materialien und Prozessen zur Transformation der Straßeninfrastruktur hin zur Eignung für die Umsetzung Digitaler Zwillinge.

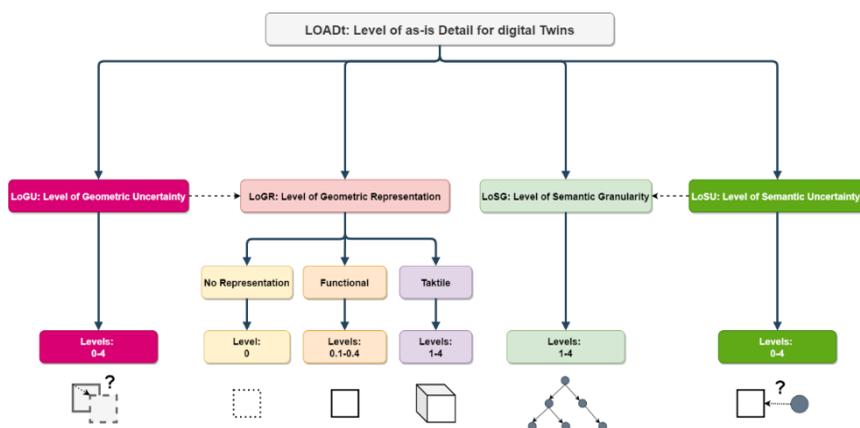
### **4.1 Geometrisch-semantisches Modell des Straßenraums**

Für die Umsetzung verschiedener Anwendungsfälle des Digitalen Zwillings, wie Strukturanalyse, Zustandserfassung und -vorhersage von Fahrbahn und Untergrund oder der Simulation der Reifen-Fahrbahn-Interaktion zur Unterstützung des automatisierten Fahrens sind geometrisch-semantische as-is-Modelle der Straße als Basis unabdingbar. Zudem ermöglichen es diese Modelle eingebettete Sensorik und Informationen zu Objekten des Straßenraums zu georeferenzieren und damit mit anderen Domänen zu verknüpfen. Zudem birgt die geometrisch-semantische Repräsentanz der Straße eine übersichtliche und verständliche Basis für die menschliche Interaktion.

Im Teilprojekt „Adaptives Geometrisch-semantisches Multi-LOD-Modell der Straßeninfrastruktur“ werden daher Methoden zur automatischen Ableitung von auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittenen digitalen as-is-Modellen auf Basis von Vermessungsdaten erforscht. Für die Strukturierung der notwendigen Repräsentationen für die potenziellen Anwendungsfälle von Straßen-Zwillingen wurde zunächst ein Level-of-as-is-Detail-(LOAD)-Konzept entwickelt (Crampen und Blankenbach, 2023), welches die vier Aspekte Geometrie, Semantik, semantische Unsicherheit und geometrische Unsicherheit umfasst. Eine

Übersicht der im Konzept definierten Aspekte ist in Abbildung 1 dargestellt (Crampen et al. 2023).

Die Quantifizierung der im automatisch abgeleiteten Modell enthaltenen Unsicherheiten ist enorm wichtig, da die erzeugten Modelle nicht lediglich zur Visualisierung genutzt werden sollen, sondern relevante Informationen explizit oder implizit beinhalten, die bei der Datenanalyse eine Rolle spielen, sodass Unsicherheiten im Modell auch das Ergebnis von Analysen und Simulationen auf Basis der Modelle beeinflussen.



**Abbildung 1: Übersicht LOAD-Konzept für den Digitalen Zwilling der Straße**

Die Datengrundlage für die automatische Modellbildung stellt die Kombination von hochauflösenden 3D-Punktwolken (z.B. ALS, UAV und mobiles Laserscanning) sowie Geobasisdaten (v.a. ALKIS, ATKIS, DOP) dar. Diese Eingangsdaten werden in einem eigenen „Scan-to-Twin“-Workflow prozessiert und in ein digitales as-is-Modell überführt. Die einzelnen beforschten Prozessschritte dieses Workflows sind in Abbildung 2 dargestellt und bestehen aus der semantischen Segmentierung von Punktwolken durch maschinelle Lernverfahren, der Extraktion von Geometrien, wie die Ermittlung der Mittelachse der Straße, und schließlich der Modellableitung, die sowohl auf Basis der Punktwolkensegmente als auch auf Basis der Geometrieparameter automatisiert erfolgen soll.

Das Ziel ist es verschiedene Modelle erzeugen zu können, die für klar definierte Anwendungsfälle konfiguriert sind. Auf diese Weise sollen auch gängige

Standards wie IFC oder CityGML direkt abgeleitet werden können und durchgeführte Anwendungsfälle mit effizienten Modellen als Basis ausgestattet werden.

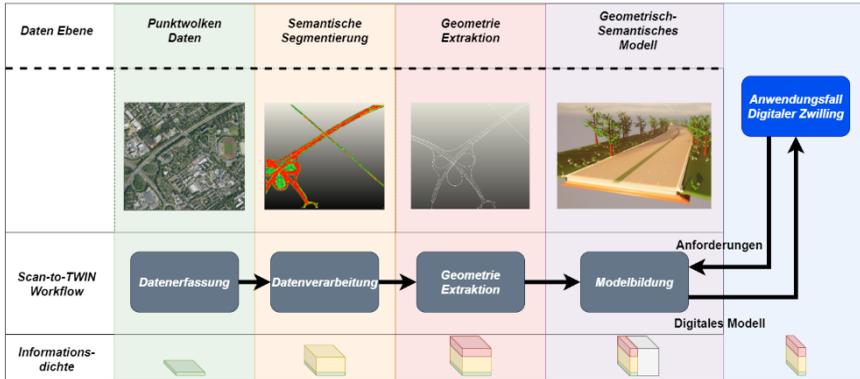


Abbildung 2: Überblick Scan-to-Twin Workflow

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Digitale Zwillinge können mehr als ein Marketingbegriff sein. Insbesondere für Anwendungen in der bebauten Umwelt kann das Konzept ein wesentliches Instrument im Rahmen der digitalen Transformation darstellen.

Das GeoForum MV zeichnet sich seit 20 Jahren nicht nur durch die Adressierung neuester Entwicklungen aus dem Geoinformationswesen, sondern auch durch das Aufgreifen aktueller Themen aus benachbarten Fachdisziplinen und deren interdisziplinärer Betrachtung aus. Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt sind ein ideales Beispiel dafür. Geodaten und dazugehörige Werkzeuge können nicht nur einen wesentlichen Beitrag für Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt leisten, sondern sind unabdingbar für deren Realisierung. Für die Umsetzung müssen sich jedoch auch Prozesse ändern sowie Informationsmodelle und Werkzeuge angepasst und weiterentwickelt werden. Im SFB/TRR 339 wird dies am Beispiel der Straße untersucht

## Literatur

- BMDV (2024): Onlineveranstaltung des BMDV zum Digitalen Zwilling, URL (besucht am 05.08.2024): <https://digitalerzwilling.bundesfernstrassen.de/veranstaltung-digitaler-zwilling-von-bruecken>
- bS (2020): Enabling an Ecosystem of Digital Twins, buildingSMART Whitepaper, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2020/05/Enabling-Digital-Twins-Positioning-Paper-Final.pdf>
- CUT (2024): Webseite des Projektes „Connected Urban Twin (CUT)“, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.connectedurbantwins.de/>
- Crampen, D., Hein, M., Blankenbach, J. (2023): A Level of as-is Detail Concept for Digital Twins of Roads - A Case Study. In: Recent Advances in 3D Geoinformation Science. Online verfügbar unter DOI: 10.1007/978-3-031-43699-4.
- Crampen, D., Blankenbach, J. (2023): LOADt: Towards a Concept of Level of as-is Detail for Digital Twins of Roads. In: Proceedings of the 30th International Workshop on Intelligent Computing in Engineering (EG-ICE).
- EnergyTwin (2024): Webseite des Projektes „energyTWIN“, URL (besucht am 05.08.2024): <https://energytwin.org/en/>
- GI (2024): Informatiklexikon der Gesellschaft für Informatik zu Digitalen Zwillingen, URL (besucht am 05.08.2024): <https://gi.de/informatiklexikon/digitaler-zwilling>
- Glaessgen, E. H., Stargel D.S. (2012): The Digital Twin Paradigm for Future NASA and U.S. Air Force Vehicles, URL (besucht am 05.08.2024): <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20120008178/downloads/20120008178.pdf>
- Guo, J., Lv, Z. (2022): Application of Digital Twins in multiple fields. Multimed Tools Appl. 2022;81(19):26941-26967. DOI: 10.1007/s11042-022-12536-5. Epub 2022 Feb 16. PMID: 35194381; PMCID: PMC8852942.
- Grieves, M. (2005): Product lifecycle management: the new paradigm for enterprises. International Journal of Product Development 2.1-2 (2005): 71-84.
- Grieves, M. (2014): Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. White paper 1.2014 (2014): 1-7.
- IBM (2024): Webseiten von IBM zum Thema Digitaler Zwilling, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.ibm.com/de-de/topics/what-is-a-digital-twin>
- SFBTRR339 (2024): Webseite des SFB/TRR 339 „Digitaler Zwilling Straße“, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.sfbtrr339.de/de/>
- SmartBridge (2024): Webseite des Projektes „smartBRIDGE Hamburg“, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.homeport.hamburg/portfolio/smartbridge>



# Von 3D-Modellierung über 3D-Simulation bis hin zur Erstellung von Gründachkatastern in Deutschland und Vietnam

*Nguyen Xuan Thinh, David Gisa, Louisa Kegel, Sabrina Pilarczyk*

Technische Universität Dortmund, Fakultät Raumplanung  
Fachgebiet Raumbezogene Informationsverarbeitung und Modellbildung (RIM)  
Korrespondenz: [nguyen.thinh@tu-dortmund.de](mailto:nguyen.thinh@tu-dortmund.de)

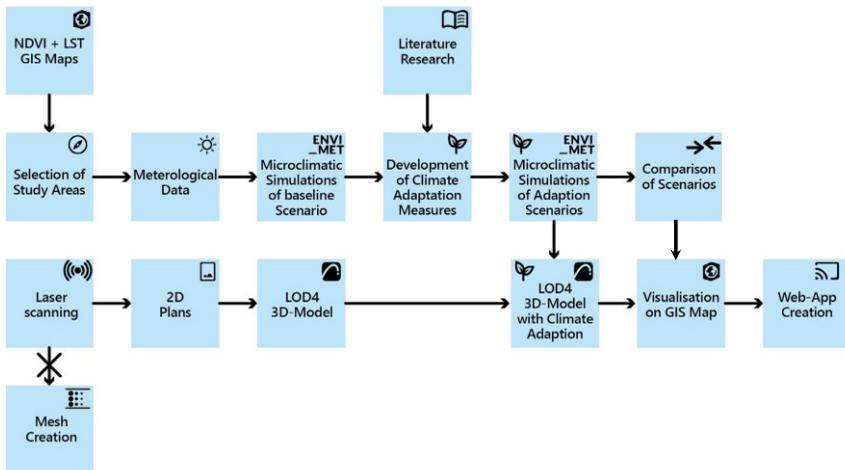
**Abstract.** Gebäudebegrünung mit seinen positiven Wirkungen – Verbesserung des Mikroklimas und der Luftqualität, Artenschutz und Erhalt der Biodiversität, Gebäudeerhaltung und Gebäudeschutz, Regenwasserbewirtschaftung, Energieeinsparung, Lärm- und Schallschutz, Gesundheit, zeitgemäße Stadt- und Regionalplanung sowie zusätzliche Nutzflächen – ist ein präsenes Thema bei allen gegenwärtigen Veranstaltungen zu Klimawandel, Klimaanpassung und Stadt der Zukunft. Wir stellen ausgewählte Ergebnisse des vom BMUV geförderten Projektes „Smart Urban Areas - Sustainable System Solutions for Urban Development“ vor. Hierzu gehören: (1) die allgemeine Methodik basiert auf 3D-Modellierung und 3D-Simulation, um Begrünungsszenarien für die Campi der TU Dortmund und der Vietnamese-German University bei Ho Chi Minh City zu erarbeiten; (2) die Analyse der deutschlandweiten Forschungs- und Förderprojekte zu Technologien, Know-how, Wirkungen und Neuentwicklungen von Gebäudebegrünung, (3) die erstmalige Zusammenschau des Stands der Erarbeitung des Gründachkatasters in 16 Bundesländern sowie (4) die Gebäudebegrünung in Vietnam und die Ermittlung des Gebäudebegrünungspotenzials für 60 New Urban Areas in Hanoi mit 9.300 Gebäuden.

## 1 Einleitung

Der Klimawandel und die zunehmenden Klimaphänomene wie Starkregen, Gewitter, Stürme, Trockenheit und Hitze stellen bereits heute große Herausforderungen für Städte dar. Die aktuellen globalen und regionalen Klimaprojektionen von Organisationen wie dem IPCC, dem Potsdam-Institut für Klimaforschung, dem Deutschen Wetterdienst und anderen Experten deuten

darauf hin, dass diese Trends sich weiter verstärken werden. Dies wird zu erhöhten Belastungen und Risiken für Bürger, Unternehmen, die öffentliche Infrastruktur sowie Natur und Umwelt führen. Das Pariser Abkommen (COP 21) von Dezember 2015, das als „historische Wegmarke“ für weltweite Bemühungen zur Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius galt, scheint nach dem Klimagipfel Fidschi/Bonn 2017 in weitere Ferne gerückt zu sein, was darauf hindeutet, dass Städte noch größere Anstrengungen unternehmen müssen, um sich an den Klimawandel anzupassen (Deutscher Städtetag 2019: 4). Es werden demnach innovative Lösungen zur Verbesserung der städtischen Lebensqualität und zur Anpassung an den Klimawandel gefordert. Eine solche Lösung ist die Begrünung von Gebäuden, die vielfältige positive Effekte auf das städtische Mikroklima, die Luftqualität und die Biodiversität hat. In diesem Beitrag werden folgend die Potenziale der Gebäudebegrünung und der aktuelle Realisierungsstand in Deutschland und Vietnam aufgezeigt.

## 2 Methodik zur Erarbeitung von Begrünungsszenarien für Gebäude



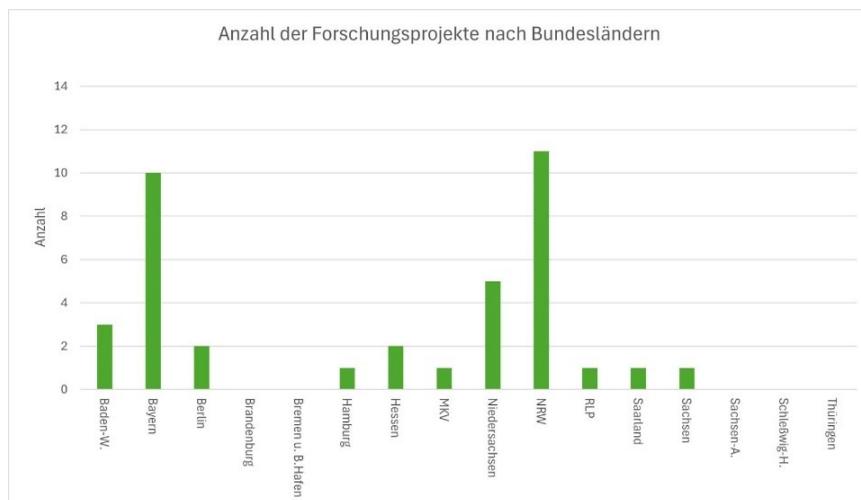
**Abbildung 1: Methodik zur Erarbeitung von Gebäudebegrünungsszenarien**  
(Quelle: RIM 2023)

Um Gebäudebegrünungsszenarien zu erarbeiten und die Wärmeeffekte auf die Zielgebäude zu analysieren, werden die Gebäude mit dem Geoslam ZEB-Horizon Laserscanner gescannt. In Kombination mit 2D-Plänen und CAD-Software wird

ein 3D-Modell in LOD4 erstellt. Anhand meteorologischer Daten und der Software ENVI-met wird eine mikroklimatische Simulation für ein Basisszenario durchgeführt, um Begrünungsszenarien vorschlagen zu können. Eine zweite mikroklimatische Simulation wird danach durchgeführt, um die Wirksamkeit der umgesetzten Klimaanpassungsmaßnahmen zu überprüfen. Diese Methodik wurde erfolgreich für jeweils ein einzelnes Gebäude auf dem Campus der TU Dortmund und der Vietnamesisch-Deutschen Universität angewendet (RIM 2023).

### 3 Analyse der deutschlandweiten Forschungs- und Förderprojekte zu Gebäudebegrünung

Die Analyse der **deutschlandweiten Forschungs- und Förderprojekte** zu Technologien, Know-how, Wirkungen und Neuentwicklungen in der Gebäudebegrünung verdeutlicht die zunehmende Relevanz dieses Forschungsfeldes angesichts seiner positiven Auswirkungen auf verschiedene Aspekte der Stadtentwicklung. Die 31 zusammengetragenen Projekte erstrecken sich über verschiedene Themenbereiche und wurden nach Bundesländern aufgeteilt (Abbildung 2).



**Abbildung 2: Anzahl der Forschungsprojekte für Gebäudebegrünung nach Bundesländern (Eigene Bearbeitung auf Basis von BuGG 2020-2023)**

Es zeigt sich eine hohe Konzentration von Forschungsaktivitäten in Nordrhein-Westfalen und Bayern. An dritter Stelle folgt das Bundesland Niedersachsen. In fünf Bundesländern wird nicht zu diesem Thema geforscht (s. Abb. 2). Zu jedem Projekt wurden die inhaltlichen Schwerpunkte mit Hilfe dessen Zielsetzungen identifiziert. Die Themenschwerpunkte sind: Verbesserung des Mikroklimas und der Luftqualität, Artenschutz und Erhalt der Biodiversität, Gebäudeerhaltung und Gebäudeschutz, Regenwasserbewirtschaftung, Energieeinsparung, Lärm- und Schallschutz, Gesundheit, zeitgemäße Stadt- und Regionalplanung sowie zusätzliche Nutzflächen. Auffällig ist, dass sich ein Großteil der 31 Forschungsprojekte (16 Projekte) auf die Verbesserung des Mikroklimas konzentriert. Zwölf Projekte untersuchten die Auswirkungen auf die Regenwasserbewirtschaftung und die Förderung zeitgemäßer Stadt- und Regionalplanung. Ein Projekt befasste sich mit der Nutzung von Gebäudebegrünung als zusätzliche Nutzflächen. Es besteht zudem ein bedeutendes Forschungspotenzial im Bereich des Lärm- und Schallschutzes.

Die **Förderprogramme**, die die Umsetzung von Gebäudebegrünung unterstützen sollen, sind vielfältig und reichen von kommunalen bis hin zu landesweiten Initiativen. Sie bieten finanzielle Anreize für private Eigentümer und Unternehmen und sind ein wichtiger Bestandteil der Klimaschutzpolitik auf nationaler und lokaler Ebene. In den letzten Jahren hat der Bund eine Reihe von Förderprogrammen eingeführt, um die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen. Seit 2018 wurden etwa 14.400 Projekte in über 3.500 Kommunen mit einem Gesamtbudget von mehr als 605 Millionen Euro durchgeführt.

## **4 Stand der Erarbeitung des Gründachkatasters in 16 Bundesländern**

Ein Gründachkataster ist ein Verzeichnis, welches Informationen über den Bestand von Gründächern und/oder über die Eignung von Dächern für eine Begrünung enthält. Zahlreiche Gemeinden und Städte in Deutschland und das gesamte Land Nordrhein-Westfalen haben bereits Gründachkataster erstellt, um das Potenzial der Dachbegrünung für ihre Flächen zu erfassen. Die Erfassung des Realisierungsstandes von Gründachkatastern in Deutschland auf Landesebene wurde im Rahmen dieser Arbeit erhoben (Abb. 3). Es fällt erneut auf, dass Nordrhein-Westfalen eine Vorreiterrolle einnimmt und derzeit das einzige Bundesland ist, das über ein flächendeckendes Gründachkataster verfügt. Es ist kein bundesweites Kataster bekannt. Die wenigsten Bundesländer haben Kenntnisse über die Größe der bereits begrüneten Flächen oder die Höhe der ausbezahlten Fördersummen im Rahmen der Programme zur Gebäudebegrünung.



**Abbildung 3: Gründachkataster in deutschen Bundesländern (Eigene Bearbeitung)**

## **5 Gebäudebegrünung in Vietnam und die Ermittlung des Gebäudebegrünungspotenzials für 60 New Urban Areas in Hanoi**

Vietnam hat umfangreich mit ausländischen Einrichtungen einschließlich des United Nations Development Programmes und der Weltbank zusammengearbeitet, um seine Städte ökologischer zu gestalten und möchte diesen Trend fortsetzen. Die Erstellung des Gründachpotenzials in Deutschland basiert in der Regel auf den ALK-Daten, 3D-Laserscanningdaten und hochaufgelösten Luftbildern. Für die Erarbeitung einer Methodik, welche für andere Städte Vietnams übertragen werden soll, wird auf Sentinel-Satellitenbilder, hochauflösende Satellitenaufnahmen des Pléiades Neo (Stand: Mitte 2023, welche von der EUROPEAN SPACE AGENCY bzw. Airbus Defence and Space bereitgestellt wurden), ESRI World Imagery, OpenStreetMap und Microsoft Building Footprints zurückgegriffen, um die Dachformen, Dachflächen, die Neigung der Dachflächen von 9.300 Gebäuden in 60 New Urban Areas in Hanoi zu ermitteln. Unter diesen wurden 407 Hochhäuser (Gebäude über 22 m) identifiziert. Diese Hochhäuser wurden um zusätzliche Daten erweitert, darunter die Anzahl der Stockwerke, das Material der Fassade und die Dachfläche, technische Merkmale des Dachaufbaus sowie der Nutzungstyp nach Stockwerken. Mittels Geoverarbeitung und statistischer Analysen, einschließlich der kartographischen Auswertung von Luft- und Satellitenbildern, konnten Potenziale für die Nutzung von grünen Flächen auf Dächern und Gebäudeoberflächen identifiziert werden. Die 60 New Urban Areas haben eine Potenzialfläche von mehr als 60 ha für eine Dachbegrünung (es wäre ein Grün-Park, der auf dem Erdboden von Hanoi nicht realisiert werden kann).

## **6 Zusammenfassung und Ausblick**

Die Bedeutung der Gebäudebegrünung nimmt weltweit zu, um städtische Umgebungen klimafreundlicher und lebenswerter zu gestalten. Zukünftige Forschungen sollten sich auf die Weiterentwicklung von Methoden zur Erfassung und Analyse des Begrünungspotenzials konzentrieren, insbesondere durch den Einsatz von LIDAR und Satellitendaten. Auch die Automatisierung und Verfeinerung von Klassifizierungsverfahren wird entscheidend sein, um die Effizienz und Genauigkeit von Gründachkatastern zu erhöhen.

## Anmerkungen

Das Projekt wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz im Förderprogramm „Exportinitiative Umwelttechnologien“ (EXI) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert [Förderkennzeichen: 67EXI5001A]. Industriepartner bilden WILO SE aus Dortmund und Vingroup/Vinhomes als Hauptpartner in Vietnam. Wir danken dem Fördergeber sehr herzlich für die Unterstützung des Vorhabens, sowie den Projektpartnern für ihre bereitwillige und fruchtbare Kooperation.

## Literatur

- BuGG Bundesverband GebäudeGrün e. V. (2020): BuGG-Marktreport Gebäudegrün.  
BuGG Bundesverband GebäudeGrün e. V. (2021): BuGG-Marktreport Gebäudegrün.  
BuGG Bundesverband GebäudeGrün e. V. (2022): BuGG-Marktreport Gebäudegrün.  
BuGG Bundesverband GebäudeGrün e. V. (2023): BuGG-Marktreport Gebäudegrün.  
Deutscher Städtetag (2019): Anpassung an den Klimawandel in den Städten.  
RIM (2023): Development and use of Digital Twins for campuses in Dortmund and Bén Cát for climate adaptation measures. Final Report of the Advanced Project, supervised by the Research Group RIM of the TU Dortmund University, URL (besucht am 05.08.2024): <http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-24050>



# **Prüfung der Umsetzung der DVO-HVD der Bundesländer mit Fokus auf Geobasisdaten für eine Verwendung im Zuge der Erstellung eines kommunalen Wärmeplanes**

*Magdalena Arbeiter, Friederike Ulandowski, Cornelius Kirchhoff*

ENEKA Energie & Karten GmbH

magdalena.arbeiter@eneka.de, friederike.ulandowski@eneka.de,

cornelius.kirchhoff@eneka.de

**Abstract.** Der bisherige Stand der Bereitstellung von Geobasisdaten unterscheidet sich stark je nach Kataster- und Vermessungsverwaltung des jeweiligen Bundeslandes. Das führte zu einem unübersichtlichen, teilweise langwierigen und kostspieligen Prozess der Datenbeschaffung. Durch die EU-Durchführungsverordnung (EU) 2023/138, die ab dem 9. Juni 2024 gilt, wird die Abgabe bestimmter sogenannter hochwertiger Geodaten geregelt. Die Umsetzung der Verordnung führt im besten Fall zu einem deutlich vereinfachten und schnelleren Bezug von Geobasisdaten, die für die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans Relevanz haben können. In der folgenden Analyse werden die Bundesländer hinsichtlich ihrer Abgabe von Geodaten gegenübergestellt und bewertet.

## **1 Einleitung**

In der fortschreitenden Debatte über Klimaschutz und nachhaltige Stadtentwicklung spielen kommunale Wärmepläne eine entscheidende Rolle. Sie ermöglichen es Städten und Gemeinden, ihre Energiere Ressourcen effizienter zu nutzen und CO<sub>2</sub>-Emissionen signifikant zu reduzieren. Ein kritischer Aspekt bei der Erstellung dieser Pläne ist die Verfügbarkeit und Nutzung von präzisen Geobasisdaten, die durch die Durchführungsverordnung zu hochwertigen Datensätzen (DVO-HVD) geregelt wird (Durchführungsverordnung (EU) 2023/138, 2022). Dieser Artikel untersucht, inwiefern die Bundesländer in Deutschland die DVO-HVD umgesetzt haben und wie die darin enthaltenen Geobasisdaten effektiv für die Erstellung eines kommunalen Wärmeplanes

eingesetzt werden können. Dabei wird beleuchtet, welche Herausforderungen und Chancen sich aus der aktuellen Gesetzeslage ergeben und wie diese in den verschiedenen Bundesländern gehandhabt werden.

## 2 Rechtlicher und methodischer Rahmen

### 2.1 Hintergrund und historische Entwicklung der DVO-HVD über die letzten 20 Jahre

In den letzten 20 Jahren hat sich der Zugang zu Geobasisdaten in Deutschland erheblich verbessert. Früher waren diese Daten nur gegen hohe Gebühren und oft nur für bestimmte Benutzergruppen wie staatliche Behörden oder wissenschaftliche Einrichtungen verfügbar. Von diesem stark eingeschränkten und kostenintensiven Zugang hat sich die Situation nach und nach zu einer offenen und kostenfreien Bereitstellung von Geodaten gewandelt, gefördert durch technologische Fortschritte und gesetzliche Rahmenbedingungen wie die INSPIRE-Richtlinie der EU 2007.

Einen wichtigen Beitrag hin zu offenen Geobasisdaten hat auf EU-Ebene die PSI-Richtlinie (PSI-RL, 2019) gebracht, welche die Nutzung und Wiederverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors regelt. Weiter konkretisiert wurde diese Regelung durch die DVO-HVD, die am 9. Februar 2023 in Kraft trat und bis zum 9. Juni 2024 umgesetzt werden soll. Mit dieser Verordnung werden die EU-Mitgliedstaaten verpflichtet, hochwertige Geobasisdaten kostenfrei und unter offenen Lizenzen bereitzustellen (GovData, 2024). Diese Entwicklungen haben die Nutzung und den Zugang zu Geobasisdaten erleichtert und bieten Potenzial für wirtschaftliche, wissenschaftliche und gesellschaftliche Anwendungen (Happ et al., 2022).

### 2.2 Methodik zur Untersuchung der Umsetzung der DVO-HVD in den Bundesländern

Für die Prüfung der Umsetzung der DVO-HVD wurde der Fokus auf die für die Wärmeplanung relevanten Datensätze gelegt. Folgende Daten wurden im Rahmen dieser Analyse geprüft:

- **ALKIS** (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem) mit Fokus auf den Objektarten Gebäude und Flurstück (GeoInfoDok, 2008)
- digitales Oberflächenmodell (**DOM**), Auflösung 1m
- digitales Geländemodell (**DGM**), Auflösung 1m
- Basis-**DLM** (Digitales Landschaftsmodell)

Die methodischen Schritte umfassten das empirische Sammeln von Informationen zu den Geodatenportalen der Bundesländer sowie die Dokumentation der dort verfügbaren Datensätze und deren Zugänglichkeit. Es wurde geprüft, ob die Daten kostenfrei zur Verfügung stehen und ob die Daten lizenzfrei oder unter einer offenen Lizenz nutzbar sind. Anschließend erfolgte eine technische Analyse der Implementierung der Datenbereitstellung, um die Nutzerfreundlichkeit und Effizienz der Downloadportale, Massendownload-Optionen und APIs zu bewerten. Hierfür wurde geprüft, ob die Portale Massendownloads unterstützen und wie diese technisch umgesetzt sind. Zudem wurde untersucht, ob und wie Downloaddienste, wie ATOM-Feeds, Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS) und APIs (Application Programming Interfaces) zur Verfügung stehen.

### **3 Geobasisdaten in der kommunalen Wärmeplanung**

Geobasisdaten spielen eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeplanung, da sie die Grundlage für Standortanalysen, Planungsprozesse und Wärmewendestrategien bilden. Sie ermöglichen eine detaillierte Bestandsanalyse der geografischen Lage, Topographie und bestehenden Infrastruktur eines Planungsgebiets, einschließlich Informationen zu Gebäudestrukturen, Wärmenetzen und Versorgungsleitungen. Zudem helfen Geobasisdaten dabei, den Wärmebedarf in verschiedenen Gebieten genauer zu bestimmen, indem sie Daten zu Gebäudetypen, Energieverbrauch und demografischen Informationen auswerten.

Darüber hinaus werden potenzielle Standorte für erneuerbare Energiequellen wie Solarthermie, Windenergie, Biomasse und Geothermie im Rahmen einer Potenzialanalyse identifiziert. Diese Daten sind auch unerlässlich für die Planung und Auslegung von Wärmenetzen, unterstützen bei der Routenplanung und der Integration dezentraler Erzeugungseinheiten. Umweltfaktoren und Risiken wie Überschwemmungsgebiete, Bodenbeschaffenheit oder Naturschutzgebiete müssen ebenfalls berücksichtigt werden, um eine nachhaltige Planung zu gewährleisten.

Beim Einsatz von Geobasisdaten in der kommunalen Wärmeplanung gibt es verschiedene technologische Herausforderungen, die bei der Bereitstellung von Geobasisdaten Relevanz haben. Integration und Interoperabilität von Daten sind schwierig, da diese aus verschiedenen Quellen und Formaten stammen, was die nahtlose Nutzung erschwert. Standards und Datenformate müssen harmonisiert und kompatible Softwarelösungen implementiert werden. Ein weiteres Problem

ist die Datenqualität und Aktualität, da für die Wärmeplanung präzise und detaillierte Geobasisdaten notwendig sind. Unterschiedliche Datenqualitäten können sich auf die Planung auswirken und diese beeinträchtigen. Zudem müssen Geobasisdaten regelmäßig aktualisiert werden, um aktuelle Veränderungen in der Infrastruktur oder im urbanen Umfeld zu berücksichtigen. Die Verarbeitung großer Datenmengen erfordert erhebliche Rechenleistung und Speicherplatz, weshalb eine robuste IT-Infrastruktur notwendig ist. Durch die Bewältigung dieser Herausforderungen können Kommunen die Potenziale von Geobasisdaten in der Wärmeplanung voll ausschöpfen, was zu einer effizienteren und nachhaltigeren Wärmeversorgung führt.

## **4 Analyse der Umsetzung in den Bundesländern**

Für die Analyse der Umsetzung der DVO-HVO-Kriterien wurden die Bundesländer hinsichtlich des offenen Zugangs miteinander verglichen. 14 von 16 Bundesländern haben den Zugang zu diesen Daten im Sinne der DVO-HVD umgesetzt. Die Daten sind in diesen Bundesländern DVO-HVD konform nutzbar, entweder unter offenen Lizenzen wie “Creative Commons BY 4.0“ oder Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - 2.0 oder lizenzfrei. Fünf der Bundesländer (Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern und Bremen) stellen seit dem Inkrafttreten der DVO-HVD ihre Geobasisdaten offen zur Verfügung.

Die beiden Ausnahmen sind Bayern und das Saarland. In Bayern sind ALKIS-Daten nicht als Open Data frei zugänglich, sondern können zugangsbeschränkt gegen Lizenzkosten bezogen werden. Im Saarland sind nur einige ALKIS-Daten eingeschränkt über WFS verfügbar. Die 3D-Messdaten wie DOM und DGM hingegen sind kostenpflichtig.

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 1) fasst für jedes Bundesland die angebotenen Bezugsmöglichkeiten der untersuchten Daten zusammen. Häkchen symbolisieren die Erfüllung der drei Kriterien (v.l.):

- ✓ Daten in einem Download-Portal verfügbar
- ✓ Massendownload über Downloadportal möglich
- ✓ Download-Service oder API verfügbar

**Tabelle 1: Bezugsmöglichkeiten der Geobasisdaten im Sinne der DVO-HVD in den Bundesländern (Stand 28.06.2024)**

Bundesland	ALKIS	DOM DGM	Basis- DLM	Download- service/ API	offen seit DVO- HVD	offene Lizenz
NRW	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	WFS, WCS, ATOM		✓
Sachsen-Anhalt	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	WFS, ATOM		✓
Niedersachsen	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	WFS, STAC	×	✓
Thüringen	✓✓✓	✓-✓	✓✓✓	ATOM		✓
Brandenburg	✓✓✓	✓✓(✓)	✓✓✓	WFS, WCS		✓
Hessen	✓✓✓	✓✓-	✓✓✓	WFS		✓
Rheinland-Pfalz	✓✓✓	✓✓-	✓✓✓	WFS	×	✓
Baden- Württemberg	✓-✓	✓-✓	✓✓✓	WFS, WCS	×	✓
Sachsen	✓✓✓	✓✓-	✓✓-	WFS		✓
Hamburg	✓✓✓	✓✓-	✓✓-	WFS		✓
Berlin	✓✓✓	✓✓✓	--✓	ATOM, WFS		✓
Schleswig- Holstein	✓-✓	✓-✓	✓✓✓	WFS, ATOM		✓
Mecklenburg- Vorpommern	(✓)-✓	✓-✓	✓✓✓	WFS, WCS, ATOM	×	✓
Bremen	✓✓-	✓✓(✓)	✓✓-	ATOM	×	✓
Bayern	—	✓✓-	✓✓✓	WFS		(✓)
Saarland	(✓)✓(✓)	—	—	(WFS)		—

Für den Download der Daten stellt jedes Bundesland ein landeseigenes Datenportal mit unterschiedlichen Möglichkeiten des Datenbezuges bereit. Nordrhein-Westfalen geht als gutes Beispiel voran und bietet ein Downloadportal mit Massendownload-Option sowie Downloaddienste an. Auch die Benutzerfreundlichkeit der Geoportale der Bundesländer variiert stark: Auf einigen Portalen sind die Downloadlinks versteckt und es fehlen Hinweise, während andere Portale klare Strukturen und gut sichtbare Download-Buttons bieten. Auch die Umsetzung des Massendownloads variiert stark zwischen den Bundesländern. Einige Bundesländer wie Sachsen oder Brandenburg stellen Downloadlinks flexibel nach Nutzerwünschen zusammen, sodass nur Daten des Untersuchungsgebietes heruntergeladen werden können. Andere Bundesländer bieten vordefinierte Pakete (Gemarkung, Landkreis, Land) zum Download an.

## 5 Fazit

Das Inkrafttreten der DVO-HVD hat einen positiven Einfluss auf den offenen Zugang zu Geobasisdaten in Deutschland, da insbesondere fünf der Bundesländer mit dem Inkrafttreten der Verordnung die für die kommunale Wärmeplanung relevanten Geobasisdaten kostenfrei zur Verfügung stellen. Außerdem wurden Strukturen geschaffen, um kostenfreien Zugang über Downloadportale, Massendownload-Optionen und APIs zu ermöglichen. Diese Verbesserungen erleichtern die Nutzung von Geodaten und bieten Potenzial für die Nutzung dieser Daten, insbesondere im Bereich der kommunalen Wärmeplanung.

Technisch variiert die Umsetzung zwischen den Bundesländern jedoch erheblich. Es gibt keine einheitliche Lösung und die unterschiedlichen Möglichkeiten des Datenbezugs müssen für jedes Bundesland einzeln recherchiert werden, was eine bundesweite Nutzung der Daten nur mit erheblichem Aufwand möglich macht.

## Literatur

- Durchführungsverordnung (EU) 2023/138 (2022): Durchführungsverordnung (EU) 2023/138 der Kommission vom 21. Dezember 2022 zur Festlegung bestimmter hochwertiger Datensätze und der Modalitäten ihrer Veröffentlichung und Weiterverwendung
- PSI-RL (EU) (2019): Richtlinie (EU) 2019/1024 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über offene Daten und die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors
- GeoInfoDok (2008): Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens

- GovData (2024): Häufig gestellte Fragen („FAQs“) zur Durchführungsverordnung zur Festlegung bestimmter hochwertiger Datensätze, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.govdata.de/web/guest/hochwertige-datensaetze>
- Happ, M., Wielgosch, J., Dieke, A. (2022): Open Data bei Katasterdaten: Status quo, gute Beispiele und Herausforderungen, WIK Kurzstudie



# **Mobile Mapping und KI**



# **KI-gestützte Kartierung und Bewertung überwärmungsgefährdeter Bereiche im städtischen Straßennetz basierend auf Mobile-Mapping-Daten**

*Carolin Rünger, Maximilian Sesselmann, Thorsten Naber, Andreas Großmann*

TU Dresden - Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Dresden  
carolin.ruenger@mailbox.tu-dresden.de

Lehmann+Partner GmbH, Dresden  
sesselmann@lehmann-partner.de, naber@lehmann-partner.de

Hochschule Konstanz HTWG, Konstanz  
andreas.grossmann@htwg-konstanz.de

**Abstract.** Bedingt durch den Klimawandel nimmt die Temperatur im urbanen Raum kontinuierlich zu. Durch den erhöhten Lebensstandard sind die Erwartungen an den Komfort in Wohn- und Arbeitsräumen gestiegen, so dass häufig auf umweltschädliche bzw. nicht nachhaltige Klimageräte zurückgegriffen wird. Der Überwärmung städtischer Gebiete kann aber auch durch Klimaanpassungsmaßnahmen im Straßenraum entgegengewirkt werden, um die Temperatur für Menschen und Tiere auf einem akzeptablen Niveau zu halten. Klimaanpassungsmaßnahmen im Straßenraum sind bspw. die Aufhellung der Fahrbahnoberfläche, eine Flächenentsiegelung und Begrünung. Um effektive Maßnahmen im Straßenraum zu planen, ist die Identifizierung überwärmungsgefährdeter Bereiche auf den Straßen notwendig. Ziel der im Beitrag vorgestellten Untersuchungen ist es, eine Systematik aufzuzeigen, wie mithilfe von Mobile-Mapping-Daten und KI-basierter Datenanalyse Klimaanpassungsmaßnahmen im Straßenraum weitgehend automatisiert zugeordnet werden.

## **1 Einleitung**

Der Wärmeinseleffekt ist ein typisches Phänomen des städtischen Raums. Die Überwärmung in der Stadt gefährdet nicht nur die menschliche Gesundheit, sondern führt auch zu einem Anstieg des Energieverbrauchs und der

Treibhausgasemissionen durch den vermehrten Einsatz von Klimaanlage. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind gezielte Maßnahmen zur Klimaanpassung von entscheidender Bedeutung. Den Straßenraum betreffend zählen dazu die Aufhellung der Fahrbahnoberfläche, die Entsiegelung von Verkehrsflächen und die Begrünung des Straßenraumes einschließlich der Fassaden der angrenzenden Bebauung (Denck, 2023). Bei Neubaugebieten können darüber hinaus Kaltluftschneisen und weitere Maßnahmen in die Planung miteinfließen. Für eine effektive Planung dieser Maßnahmen müssen überwärmungsgefährdete Straßenbereiche zunächst lokalisiert werden. Klassischerweise werden diese Bereiche auf Basis von Klimastations- oder Fernerkundungsdaten identifiziert. Jedoch haben diese eine geringe räumliche und zeitliche Auflösung, weshalb die Komplexität städtischer Strukturen nur begrenzt abgebildet werden kann. Mobile-Mapping-Systeme bieten hier den Vorteil, dass sie den Straßenraum in hoher räumlicher Auflösung aufnehmen und Befahrungen in kurzen Zeitabständen realisiert werden können. Sie können daher eine wertvolle Ergänzung zu den konventionellen Erfassungsmethoden sein. In diesem Kontext konzentriert sich der Beitrag auf die Kartierung und Bewertung überwärmungsgefährdeter Bereiche im städtischen Straßennetz basierend auf Mobile-Mapping-Daten. Im Fokus dieser Untersuchung stehen insbesondere zwei Maßnahmenkomplexe: die Aufhellung der Fahrbahnoberfläche (Konzept „Weiße Stadt“) und die Erhöhung des Vegetationsanteils (Konzept „Grüne Stadt“). Es werden die bildbasierte Erfassung des Straßenbegleitgrüns und die Klassifikation der Deckschichtart mithilfe von Deep Learning sowie die Quantifizierung der Fahrbahnoberflächenhelligkeit aus den Reflexionsintensitätsmessungen eines LiDAR-Sensors thematisiert. Ferner werden erste Überlegungen für einen Bewertungsansatz vorgestellt, der in der kommunalen Planung als Entscheidungsgrundlage dienen kann, um geeignete städtebauliche Maßnahmen zur Vermeidung von Überwärmung zu entwerfen.

## **2 Mobile Mapping System I.R.I.S**

Das Mobile Mapping System I.R.I.S der Firma LEHMANN+PARTNER GmbH dient der bildhaften und dreidimensionalen Erfassung des Straßenraumes. Zur Verortung aller Sensordaten ist I.R.I.S mit einem inertialen Positionierungssystem ausgerüstet. Das Fahrzeug verfügt über bis zu acht Kameras, die alle 5 m Bilder von der Straße und der Umgebung aus verschiedenen Perspektiven aufnehmen. Außerdem befindet sich am Fahrzeugheck ein auf die Fahrbahnoberfläche ausgerichteter Laserscanner. Der im nahen Infrarotbereich arbeitende Pavement Profile Scanner Plus (PPS) scannt die Straßenoberfläche quer zur Vorwärtsbewegung des Messfahrzeugs mithilfe eines rotierenden Polygon-

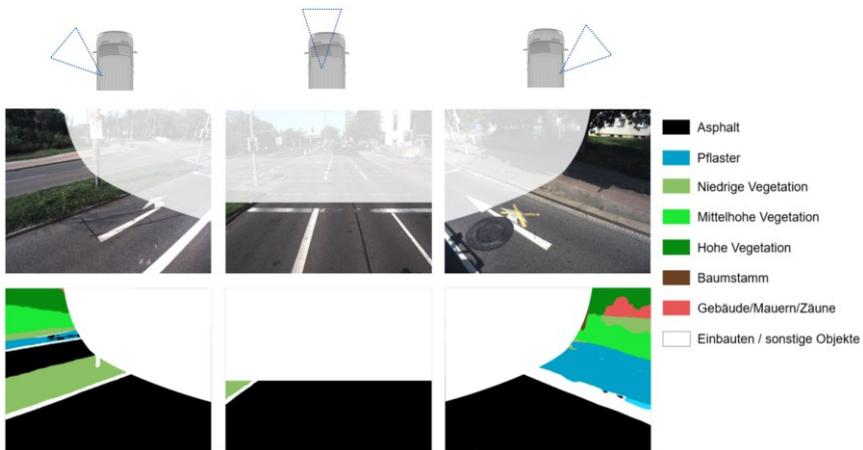
spiegels (1 Mio. Punkte pro Sekunde). Als aktiver Sensor sind die Messungen des PPS nicht von den vorherrschenden Lichtverhältnissen beeinflusst, was ihn für eine verlässliche Erfassung der Oberflächenhelligkeit qualifiziert.

## 3 Methodik

### 3.1 Deckschichtart und Vegetationsanteil

Straßenbeläge haben unterschiedliche thermische Eigenschaften, wodurch sie unterschiedlich stark zur Ausbildung von lokalen Wärmeinseln beitragen können. Fahrbahnoberflächen in Beton- und vor allem Asphaltbauweise tragen stark zur Erwärmung bei. Hingegen können Pflasterflächen eine Aufheizung städtischer Gebiete bremsen (Deluka-Tibljaš et al., 2015). Auch die Erhöhung der Vegetationsbedeckung verringert die bodennahen Oberflächen- und Lufttemperaturen (Taha, 1997). Grund dafür sind die Beschattung durch Bäume und die Evapotranspiration. Die Bestimmung der Deckschichtart einer Straße und des Anteils ihres Begleitgrüns basieren im Beitrag auf einem Deep-Learning-Ansatz zur semantischen Bildsegmentierung. Grundlage sind Bilder der photogrammetrisch kalibrierten Kameras des I.R.I.S-Messfahrzeugs. Für die semantische Segmentierung wird KI in Form von DeepLabv3+ verwendet (Chen et al., 2018). Eine Transfer-Learning-Strategie wird angewendet, um ein DeepLabv3+ Modell mit einem zu unterschiedlichen Jahreszeiten in verschiedenen Regionen Deutschlands aufgenommenen Datensatz zu trainieren.

Das Modell unterscheidet die Deckschichtarten Asphalt, Beton, Betonsteinpflaster, Natursteinpflaster und unbefestigte Oberflächen sowie die Vegetationstypen niedrige (Gras), mittlere (Sträucher) und hohe Vegetation (Baumkronen) sowie Baumstämme. Zusätzlich wurden diverse Hilfsklassen, wie z. B. mobile Objekte trainiert. Ergebnis der Anwendung des trainierten Modells sind segmentierte Bilder der Front-, Heck- und Seitenkameras. Um Redundanzen bei der Bildauswertung zu vermeiden, werden jene Bildbereiche maskiert, die aus einer nachfolgenden Bildaufnahme besser erfassbar sind (siehe Abbildung 1). Die Informationen zur Deckschichtart und des Anteils des Begleitgrüns werden als Punkt-Geometrie georeferenziert, sodass im Ergebnis für jede Kamera eine Punktfolge im 5 m-Intervall mit den entsprechenden Attributen vorliegt. Für die Bestimmung des Vegetationsanteils wird die Pixelanzahl der jeweiligen Vegetationsklasse aus den Seitenkameras ins Verhältnis zur Anzahl der Bildpixel abzüglich des maskierten Bildbereichs gesetzt. Auf Basis der Segmentierungsergebnisse aus der Front- und Heckkamera wird die Materialart ermittelt, die pro Bild vorherrschend ist.



**Abbildung 1: Kamerabilder einer Aufnahmeposition aus drei Perspektiven (oben) und die vom KI-Modell erzeugte semantische Segmentierung (unten). Die weißen Masken blenden Bildbereiche aus, die bei der nächsten Aufnahmeposition besser erfasst sind**

### 3.2 Oberflächenhelligkeit

Die Helligkeit von Oberflächen spielt eine wesentliche Rolle bei der Absorption von Sonnenlicht. Dunkle Materialien absorbieren mehr Licht als helle und heizen sich in der Folge stärker auf. Die Oberflächenhelligkeit lässt demnach Rückschlüsse auf thermische Eigenschaften zu und ist damit für die Analyse des städtischen Mikroklimas wichtig. Wie in Kapitel 2 beschrieben, ist das Messfahrzeug I.R.I.S mit dem Laserscanner PPS ausgerüstet, der als primäres Datenprodukt 3D-Punktwolken der Straßenoberfläche liefert. Jeder einzelne Lasermesspunkt ist direkt georeferenziert und mit der gemessenen Reflexionsintensität als 12 bit-Wert attribuiert. Diese Intensitätsdaten erweisen sich als äußerst nützlich, da die Stärke des rückgestreuten Lasersignals u. a. von der Oberflächenhelligkeit beeinflusst wird (Kaasalainen et al., 2005). Bei dunklen Oberflächen gelangt nur ein geringer Anteil der von der Laserquelle ausgesandten Photonen wieder zurück zur Detektoreinheit des Scanners, da viel Licht absorbiert wird. Demzufolge sind dunkle Oberflächen durch niedrige Intensitätswerte charakterisiert. Je heller dagegen eine Oberfläche ist, desto höher ist die Intensität der im Scanner detektierten Messung. Für die Analyse wird der PPS-Datenstrom in 10 m lange Punktwolkenabschnitte unterteilt. Für jeden Abschnitt wird der Median der Reflexionsintensitäten gebildet und als Information auf den Mittelpunkt des Abschnittes georeferenziert.

### 3.3 Direkte Sonneneinstrahlung

Der Wärmeineffekt wird u. a. durch die Sonneneinstrahlung bestimmt, weshalb diese für die hier durchgeführten Analysen mit dem Modul „Potential Incoming Solar Radiation“ von SAGA GIS berechnet wird (Hofierka & Suri, 2002). Als Datengrundlage wird ein Digitales Oberflächenmodell mit 1 m Auflösung aus Airborne Laserscans verwendet. Das resultierende Direct-Insolation-Raster zeigt an, wieviel Sonneneinstrahlung in kWh/m<sup>2</sup> in einem bestimmten Zeitraum zu erwarten ist und modelliert u. a. den Einfluss von Gebäuden oder Bäumen auf die Beschattung von angrenzenden Flächen im Straßenraum.

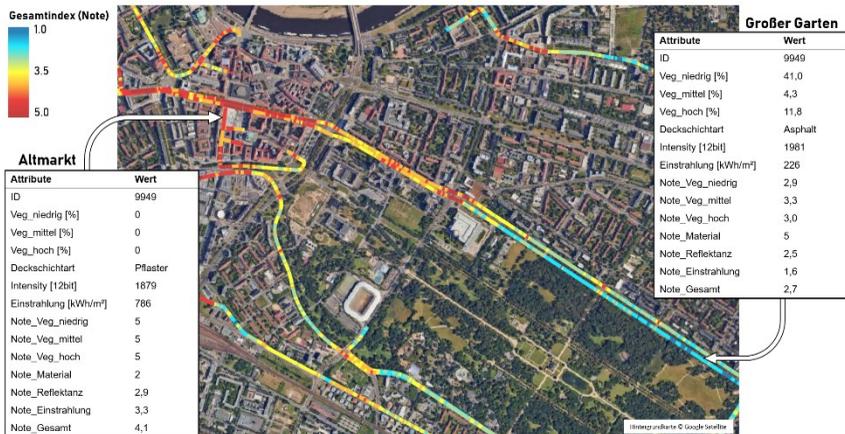
### 3.4 Bewertungskonzept

In Anlehnung an das Vorgehen bei der messtechnischen Straßenzustandsbewertung im kommunalen Straßennetz werden die einzelnen Indikatoren Oberflächenmaterial, Vegetationsanteil, Oberflächenhelligkeit und direkte Sonneneinstrahlung auf 10 m lange Auswerteabschnitte des Straßennetzes projiziert (FGSV, 2012). Mithilfe von empirisch bestimmten Normierungsfunktionen werden die Messwerte dann in Notenwerte von 1 bis 5 überführt. Dieses etablierte Bewertungsschema ist so ausgelegt, dass Noten über 3,5 anzeigen, dass die betroffenen Abschnitte intensiver beobachtet und geeignete Gegenmaßnahmen eingeleitet werden sollten. Abschließend findet eine Wertesynthese statt, bei der die einzelnen normierten Indikatoren gewichtet-additiv zu einem Gesamtindex verknüpft werden. Dieser Index hebt Straßenabschnitte hervor, in denen eine Situation vorherrscht, die eine Überwärmung potenziell begünstigt. Das können zu dunkle Straßenoberflächen, Deckschichtarten mit ungünstigen thermischen Eigenschaften, Fehlen von Vegetation oder Fehlen von Abschattung sein.

## 4 Erste Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt am Beispiel der Stadt Dresden das Ergebnis der beschriebenen Verarbeitungsschritte als vorläufigen Entwurf. Der dargestellte Gesamtindex lokalisiert potenzielle Überwärmungsbereiche. Über den verwendeten Bewertungsansatz kann einfach nachvollzogen werden, welcher Indikator die Bewertung maßgeblich beeinflusst. Das Beispiel links in der Abbildung betrifft den Dresdner Altmarkt, der mit der Gesamtnote 4,1 bewertet ist. Dies weist darauf hin, dass die Straßenraumsituation hier eine Überwärmung begünstigt und Anpassungsmaßnahmen erforderlich sind. Die Teilnoten zeigen, dass vor allem ein Defizit an Vegetation vorherrscht. Begrünung wäre hier demnach eine adäquate Maßnahme. Das Beispiel auf der rechten Seite zeigt eine Straße entlang des Großen Gartens. Die asphaltierte Straße wird zwar für den Indikator

Deckschichtart mit der Note 5 bewertet, da Asphalt die Temperaturen in einer Stadt im Gegensatz zu anderen Deckschichtarten am stärksten erhöht. Jedoch gibt es ausreichend Begleitgrün, welches Schatten spendet und somit auch die Sonneneinstrahlung auf der Straße reduziert. So resultiert eine gute Gesamtnote von 2,7 für diesen Straßenabschnitt.



**Abbildung 2: Vorläufiges Ergebnis der Datenverarbeitung am Beispiel von Dresden**

## Literatur

- Chen, L.-C., Zhu, Y., Papandreou, G., Schroff, F., Adam, H. (2018): *Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation*. European Conference on Computer Vision (ECCV): S. 833-851.
- Deluka-Tibljaš, A., Šurdonja, S., Babić, S., Cuculić, M. (2015): *Analyses of Urban Pavement Surface Temperatures*. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 10 (3): S. 239-246.
- Denck, C. (2023): *Aufgehellte Deckschichten: Verbesserung des städtischen Mikroklimas? Teil 1. Straße und Autobahn, 74 (9), S. 712-717.*
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2012): *Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen*. Köln: FGSV Verlag GmbH.
- Hofierka, J., Suri, M. (2002): *The Solar Radiation Model for Open Source GIS: Implementation and Applications*. Proceedings of the Open Source GIS-GRASS Users Conference: S. 1-19.
- Kaasalainen, S., Ahokas, E., Hyypää, J., Suomalainen, J. (2005): *Study of Surface Brightness From Backscattered Laser Intensity: Calibration of Laser Data*. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2 (3): S. 255-259.

Taha, H. (1997): *Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat*. Energy and Buildings, 25 (2): S. 99-103



# Kartierung von Streuobstwiesen und Einzelbäumen mit WebGIS kvwmap und App kvmobile

*Peter Korduan, Dirk Müller*

GDI-Service Rostock, UmweltPlan GmbH Stralsund  
peter.korduan@gdi-service.de, dm@umweltplan.de

**Abstract.** Die Erfassung von Informationen zur Verbreitung von Streuobst in M-V wurde durch das 2009 gegründete Streuobstnetzwerk<sup>1</sup> als wichtiges Ziel benannt. Aus den Jahren 1994 bis 1995 liegt eine erste Kartierung vor, jedoch mit einer sehr heterogenen Erfassungsqualität. Die Idee war auch schon seinerzeit ein offenes Erfassungsportal zu entwickeln, in dem alle am Streuobst Interessierten Wissen in einen gemeinsamen Datenpool eingeben können. Im Jahr 2010 entwickelte die Firma UmweltPlan GmbH ein Konzept für ein Internet-Portal mit Eingabefeldern und Punktverortung. 2021 gab es auf Grund von personeller Ausstattung und Problemen mit der Fortführung der Software und des Datenbestands einen Neubeginn mit dem Open-Source-WebGIS kvwmap, welches von GDI-Service entwickelt und gepflegt wird. In dem Streuobst-Portal auf Basis von kvwmap wurden die Daten des vorhandenen Systems eingelesen und die Funktionen des Konzeptes von UmweltPlan umgesetzt. Das Kartiervorhaben des Kompetenzzentrums Obstbau Bodensee Sortenerhaltungszentrale verhalf dem Projekt im Jahr 2023 zu weiterem Schub, was zum Ausbau der mobilen Anwendung kvmobile beitrug. In diesem Beitrag wollen wir das Konzept zur Streuobsterfassung vorstellen, die Umsetzung im WebGIS präsentieren und zeigen, wie die Datenerfassung zu Standorten und Einzelbäumen vor Ort mit der App kvmobile erfolgt. Die Autoren möchten zur Kooperation bestehender oder geplanter Erfassungsprojekte anregen, um bereits Bewährtes zu nutzen und Ressourcen zu bündeln.

---

<sup>1</sup> <https://streuobstnetzwerk-mv.de/>

## 1 Konzept der Streuobsterfassung

Das Konzept von UmweltPlan GmbH für die Erfassung von Streuobstvorkommen erfolgt in einem abgestuften Modell. An oberster Stelle stehen die Standorte. Die Standorte können mit einer Polygon-Geometrie beschrieben werden. Der Standort muss zunächst nur einen Namen zur Identifizierung haben. Zusätzlich kann man aber auch noch allgemeine Angaben zur Flächengröße und dem Pflegezustand machen. Die Zuordnung zu einem Erfassungsprojekt ermöglicht die Gruppierung und Filterung von spezifischen Kartiervorhaben. An den Standort können dann die spezifischen Informationen über die Obstarten oder die Einzelbäume gehängt werden. Bei der Erfassung der Obstarten werden keine weiteren Geometrien erhoben, lediglich die Anzahl von Bäumen, Pflanzjahr, Bemerkungen und Dokumente. Je Obstart können dann wiederum die vorkommenden Sorten beschrieben werden. Mit diesem Zweig des Modells sind also Streuobstwiesen beschreibbar, ohne die Einzelbäume aufmessen zu müssen.

Der Modellzweig für die Einzelbaumerfassung ordnet einzelne Bäume über eine Punktkoordinate den Standorten zu. Bäume, die in keine Standortfläche fallen, gehören automatisch zum übergeordneten Standort „ohne Raumbezug“. In diesem Fall kann man also einfach nur Bäume ohne Gruppierung zu Standorten erfassen. Die Einzelbäume haben eine Baum-ID, die in der Regel automatisch pro Nutzer hochgezählt wird und eine Baumnummer zur Identifizierung. Die Obstart, Stammform, Veredelung, Unterlage, Vitalität und Entwicklungsphase sind ebenfalls allgemeine Angaben zum Einzelbaum.

Die Sortenerfassung erfolgt mit den Attributen Sorte, Arbeitsname, Bekanntheit, mit Behang, Verwendungstyp, Verwendungen, Pflückreife, Ertragseigenschaften, Genussreife, Alternanz, Kronenhabitus, Wuchsstärke, Wiedervorlage und Reiserschnitteignung. Des Weiteren können Bilder pro Baum hinterlegt werden. Wenn es sich um einen Mehrsortenbaum handelt, kann man dies auswählen und die oben genannten Boniturdaten in einer 1:n-Beziehung für jede Sorte extra eingeben. Für einige Attribute ist eine Mehrfachauswahl vorgesehen.

An die Einzelbäume können des Weiteren ein oder mehrere Datensätze zur Obstgehölzpflge angehängt werden. Diese kann mit den Angaben Bezeichnung, Entwicklungsphase, Beschreibung, Krankheiten, Mistelbefall und Bildern angelegt werden. Die weiteren Angaben unterscheiden sich hinsichtlich der ausgewählten Entwicklungsphase des Baumes.

Die Kronenfunktion Jugendphase werden beschrieben durch Angestrebtes Kronenmodell, RS/Vitalität, Kronenaufbau, Abweichung Kronenaufbau Orte,

Abweichung Kronenaufbau Details. Die Maßnahmenbeschreibung Jugendphase umfasst Kontrollen, Pflegeziele, Eingriffsstärke Wundgröße und Maßnahmen. Die Kronenfunktionen Ertragsphase umfassen die RS/Vitalität, Stabilität und Nutzbarkeit. Die Pflegeziele und Eingriffsstärke der Ertragsphase sind Kronenfunktion, Erneuerung Kronenfunktion, Blattmasseverlust, Wundgröße, Maßnahmentypen und Zeitpunkt der Durchführung. Und schließlich können folgende Angaben über die geplante Folgepflege der Ertragsphase angegeben werden: Pflegeintervall, Dauer Pflegezyklus, gemäß Pflegezyklus, Jahr, Zeitpunkt. Jede Baumpflegemaßnahme kann mit einem oder mehreren Bildern angereichert werden, zu denen das Datum der Erfassung, eine Bemerkung und eine Zuordnung zur Pflege angegeben werden kann.

Alle sinnvoll kategorisierbaren Informationen sind als Auswahllisten hinterlegt, wodurch die Daten gut auswertbar sind und Schreibfehler oder unterschiedliche Schreibweisen vermieden werden. Im Datenmodell sind zu allen Objekten eine eindeutige uuid zugeordnet, damit die Daten mit der mobilen Anwendung synchronisiert werden können. Weitere Angaben für alle Objekte sind: Zeitstempel der Erzeugung der Daten, Zeitstempel der Änderung der Daten am Client und am Server, die Nutzer-ID vom Erfasser, eine Versionsnummer des Datensatzes sowie ein Status.

Das ursprüngliche Modell berücksichtigte noch die Unterscheidung zwischen Streuobst, Straßen- und Solitär-obst. Davon wurde später wieder abgewichen. Jetzt gibt es nur noch Standorte mit allgemeinen Beschreibungen zu Obst- und -sortenvorkommen oder Einzelbäumen.

## 2 Umsetzung im WebGIS kvwmap

Die Umsetzung des Streuobst-Portals erfolgte in Anlehnung an die für das LUNG-MV umgesetzte Biotoptypenkartierung „MVBio-Pro Umsetzung der Biotoptypenkartierung in M-V mit WebGIS“ auch im WebGIS kvwmap<sup>2</sup>.

Das Datenmodell von UmweltPlan GmbH wurde durch GDI-Service in einer Postgres-Datenbank als relationales Datenmodell umgesetzt. In die Datenbank wurden auch die Code-Listen, Constraints und passenden Datentypen übernommen. Die Geometrien werden über die PostGIS-Erweiterung direkt in den Tabellen der Objekte erfasst. Die im Abschnitt 1 genannten Objektklassen wurden für die Darstellung und Bearbeitung in kvwmap in Layern definiert. Die

---

<sup>2</sup> [https://kvwmap.de/wiki/index.php/Was\\_ist\\_kvmap%3F](https://kvwmap.de/wiki/index.php/Was_ist_kvmap%3F)

Attribute sind in Gruppen zusammengefasst. Wichtige Gruppen sind defaultmäßig aufgeklappt. Einige Attribute sind abhängig von anderen Eingaben, z.B. die Entwicklungsphase des Baumes. Die Benutzerverwaltung erlaubt es die Nutzer in Gruppen zusammenzufassen. Nutzer können nur Datensätze bearbeiten, die zu ihrer Nutzergruppe gehören. Die Obstarten wurden für die Karte in unterschiedlichen Klassen dargestellt. Die Beschriftung erfolgt automatisch, je nachdem welche Angaben zur Baumnummer, der Sorte und Mehrsortenbaum gemacht wurden.

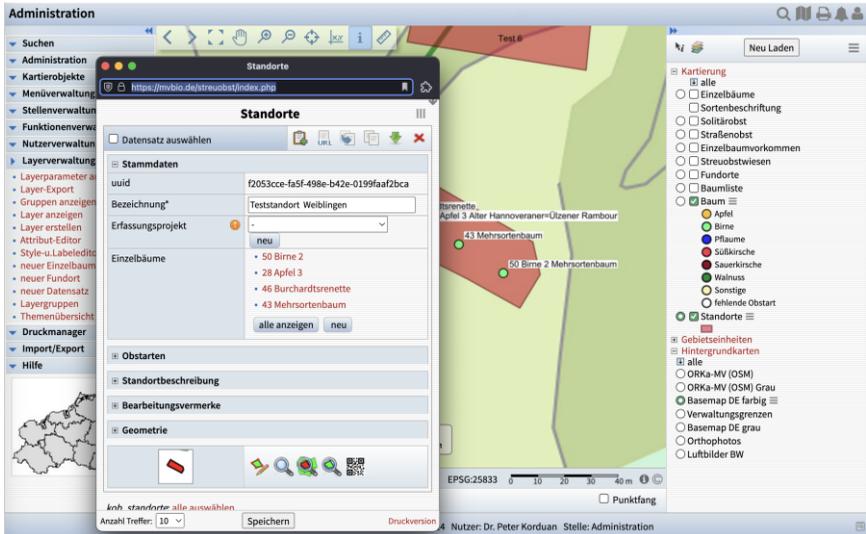
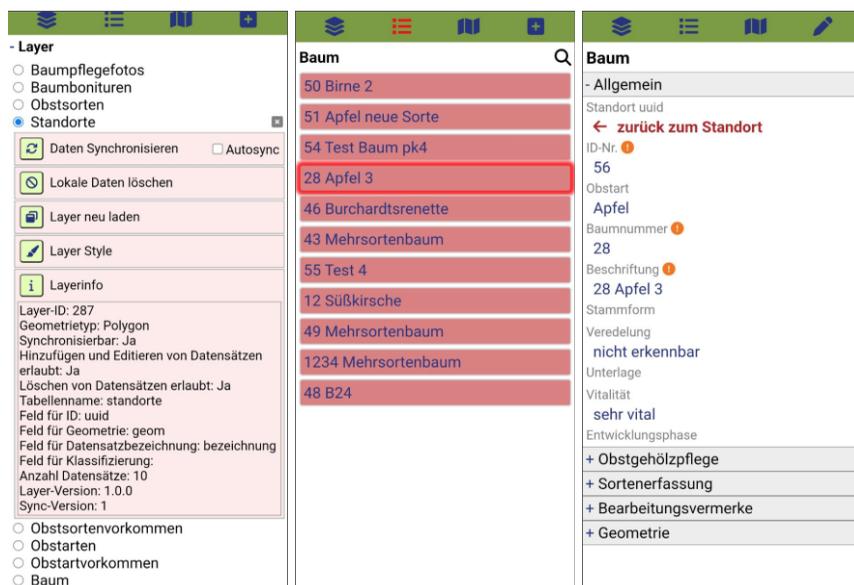


Abbildung 1: WebGIS kwmap mit Standorten und Einzelbäumen

### 3 Umsetzung mit der mobilen App kvmobile

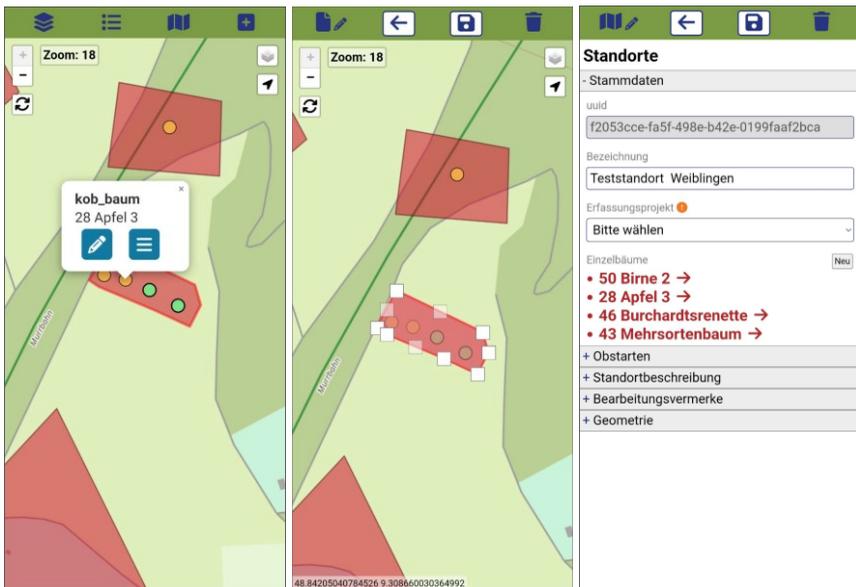
Die Erfassung der Daten vor Ort macht es erforderlich, dass die Anwendung auch ohne Internetverbindung funktioniert. Aus diesem Grund und wegen der Berücksichtigung von kleinen Bildschirmen auf mobilen Endgeräten wurde die App kvmobile erstellt. Es handelt sich um eine HTML-CSS-JavaScript-Anwendung, die mittels Cordova in eine Android-App eingebettet wird. Cordova ermöglicht es dem Entwickler in der App auch auf Funktionen des Betriebssystems, z.B. Fotos, Dateisystem, Fingerabdrucksensor und GNSS zugreifen zu können. Die Besonderheit von kvmobile gegenüber anderen mobilen Apps zur Erfassung von Daten ist, dass die Anwendung vollständig generisch ist.

Die Layer, die der Nutzer in der App zu sehen bekommt, müssen vorher in einem kvwmap-Projekt konfiguriert werden. Der Nutzer kann beim Starten der App eine Stelle auswählen und die dazugehörigen Layer laden. Die Layer, die auf dem Server zum Synchronisieren eingestellt sind, sind in kvmobile auch editierbar. Beim Laden der Layer werden immer zunächst alle vorhandenen Daten vom Server auf das mobile Endgerät übertragen und dort zusammen mit einer Versionsnummer in die lokale Datenbank geschrieben. Werden nun auf dem Client neue Datensätze hinzugefügt, Änderungen vorgenommen oder Datensätze gelöscht, werden zu jeder Änderung jeweils SQL-Statements als sogenannte Deltas hinterlegt. Beim Synchronisieren werden diese Deltas-Statement an den Server gesendet und dort ausgeführt. Anschließend werden alle auf dem Server durchgeführten Änderungen, die eine höhere Versionsnummer haben als im Client registriert, an den Client gesendet und dort ausgeführt. Somit können Daten verteilt auf mehreren mobilen Endgeräten gleichzeitig erfasst werden. Die Synchronisierung der Daten und Bilder erfolgt nur wenn eine Netzverbindung vorhanden ist. Vor dem Ausführen von Änderungen auf dem Client wird die Datenbank lokal gesichert.



**Abbildung 2: Layerkonfiguration sowie Liste Einzelbäume und Datenanzeige der Einzelbäume**

Nach dem Laden einer Stelle werden die Layer in der Konfigurationsseite angezeigt (siehe Abbildung 2). Die Layer können automatisch oder manuell synchronisiert werden. Änderungen lassen sich nur vornehmen, wenn der Layer für den Benutzer in der Stelle editierbar geschaltet ist. Über die Liste wird auch eingestellt, welcher Layer gerade bearbeitet werden soll. Die Listenansicht zeigt die verfügbaren Features. Hier kann man nach den Bezeichnungen suchen. Ist ein Baum ausgewählt, werden seine Daten zunächst in einem Datenview angezeigt. In den Editormodus wechselt die App erst, wenn man den Stift zum Ändern anklickt.



**Abbildung 3: Polygoneditor, Eingabeformular Standort, Bäume am Standort in Karte**

In der Kartenansicht können die Objekte auch ausgewählt werden. Danach wird zunächst eine Infobox mit dem Namen angezeigt und die Buttons zum Editieren oder Sachdatenanzeige. In Abbildung 3 ist der Polygoneditor angezeigt. Damit lassen sich die Stützpunkte verschieben oder neue hinzufügen. In Abbildung 3 sind auch die Einzelbäume als 1:n-Relationen dargestellt. Auswahlfelder mit einer hohen Anzahl von Auswahlmöglichkeiten werden automatisch als Autovervollständigungsfelder angezeigt.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem Streuobst-Portal ist sowohl eine WebGIS-Anwendung erstellt worden, mit der man individuell Standortdaten, Obststartangaben, Einzelbauminformationen oder Pflegemaßnahmen erfassen kann. Mit der mobilen App kvwmobile können diese Daten vor Ort mit oder ohne Internet erfasst und mit dem Server synchronisiert werden. Die Formulare sind entsprechend den Anforderungen für eine effektive Erfassung erstellt worden. So wurden z.B. abhängige Formularfelder, Auswahllisten und Autovervollständigungsfelder eingebaut. Die App steht jetzt vor einer größeren Testphase, bei der etablierte Obstgehölzpfleger und Streuobstspezialisten Kartierungen vornehmen und Erfahrungen sammeln, die in weiteren Schritten in das Modell und die App einfließen sollen.

## Literatur

- Korduan, P., Müller, D. (2020): Umsetzung der Biotoptypenkartierung in M-V mit WebGIS, 2020
- kvwmap (2024): kvwmap Contributors, Wiki WebGIS kvwmap, URL (besucht am 05.08.2024): <https://kvwmap.de>
- Streuobstnetzwerk (2024): Web-Seite des Streuobstnetzwerkes, 2024, URL (besucht am 05.08.2024): <https://streuobstnetzwerk-mv.de>



# **Text- und Data-Mining bei Datenbanken mit geographischen Informationen**

## **Grenzen des Datenbankherstellerrechts**

*Falk Zscheile*

Ministerium für Infrastruktur und Digitales des Landes Sachsen-Anhalt  
Turmschanzenstraße 30, 39114 Magdeburg  
falk.zscheile1@sachsen-anhalt.de

**Abstract.** Datenbanken sind durch das Datenbankherstellerrecht (sui-generis-Recht für Datenbanken) geschützt. Datenbanken dürfen damit grundsätzlich nur mit einer Lizenz genutzt werden. Die EU-Richtlinie über das Urheberrecht im digitalen Binnenmarkt trifft Regelungen für das Text- und Data-Mining. Die Kenntnis der Reichweite dieser Regelungen ist zum Anlernen generativer künstlicher Intelligenz von entscheidender Bedeutung. Auch auf als Open Data lizenzierte Datenbanken hat diese Regelung Auswirkungen.

## **1 Die Rechtsentwicklung im Bereich des Datenbankrechts**

Die Bedeutung und Reichweite des Text- und Data-Minings bei Datenbanken (mit geografischen Informationen) lässt sich am besten ermesen, wenn man sich zunächst die damit zusammenhängende Rechtsentwicklung vergegenwärtigt.

### **1.1 Die Entstehung des Datenbankschutzes**

Die Europäische Union (damals noch Europäische Gemeinschaft) erkannte die wirtschaftliche Bedeutung von Datensammlungen schon sehr frühzeitig. Mit dem Erlass der Datenbankrichtlinie 96/9/EG im Jahr 1996 schuf sie ein einheitliches Schutzrecht für alle Mitgliedsstaaten. Die Vorgaben der Richtlinie waren bis zum Jahr 1998 umzusetzen. Der deutsche Gesetzgeber kam dieser Aufforderung mit dem Einfügen der §§ 87a–87e ins Gesetz über Urheberrecht und verwandter Schutzrechte (UrhG) nach. Seit dem Wirksamwerden der Regelung sind in der Europäischen Union Datensammlungen bei Vorliegen der Tatbestandsvoraus-

setzungen durch das Datenbankherstellerrecht (sui-generis-Recht für Datenbanken) geschützt.

Als in den vergangenen 10 Jahren die wirtschaftliche Bedeutung quasi jedes einzelnen noch so unbedeutenden Datums deutlich wurde (Informationswirtschaft), wurde eine juristische Diskussion darum geführt, ob es auch ein Eigentum an Daten gibt, also an jeder einzelnen Information, die in Summe eine Datenbank bilden können. Dies wurde im Ergebnis der rechtswissenschaftlichen Diskussion ganz überwiegend verneint [6].

Die Idee des Schutzes von Datensammlungen in Form einer Datenbank ist dabei unabhängig von der Art der darin enthaltenen Informationen. Auch Sammlungen von geografischen Informationen können dem Datenbankherstellerrecht unterliegen. Ob diese auch für Papierlandkarten gilt (was der Fall ist), war lange umstritten und musste erst höchstrichterlich geklärt werden [2, 1, vgl. dazu auch 5]. Alle im Folgenden zum Text- und Data-Mining getroffenen Annahmen gelten daher auch für die Auswertung von analogen Trägermedien.

## **1.2 Sonstige Regelungen zu geografischen Informationen**

Die Sachmaterie der geografischen Informationen des öffentlichen Sektors wurde im Folgenden durch die Europäische Union jenseits des Datenbankherstellerrechts weiter ausgestaltet. Zu nennen sind hier insbesondere die INSPIRE-Richtlinie (*IN*frastructure for *S*patial *I*nfo*R*mation in the *E*uropean Community, 2007/2/EG) und die PSI-Richtlinie (Re-use of *P*ublic Sector *I*nformation, 2019/1024/EU). Letztere sieht für geografische Informationen inzwischen eine Lizenzierung als Open Data vor, soweit es sich um hochwertige Datensätze handelt [vgl. dazu 4]. Die in der INSPIRE- und PSI-Richtlinie getroffenen Regelungen lassen die durch die Datenbankrichtlinie getroffenen Grundannahmen der Schutzfähigkeit von Datensammlungen unberührt.

## **1.3 Von Schutz zur Schranke des Datenbankherstellerrechts**

Die fortschreitende Digitalisierung verändert die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in bisher nicht gekannter Geschwindigkeit. Der Gesetzgeber ist hier aufgefordert, mit diesen geänderten Rahmenbedingungen Schritt zu halten und den rechtlichen Rahmen zu schaffen. Für den Bereich des Urheberrechts unternahm der europäische Gesetzgeber diesen Versuch mit der Richtlinie über das Urheberrecht und die verwandten Schutzrechte im digitalen Binnenmarkt (Directive on copyright and related rights in the *D*igital *S*ingle *M*arket, DSM-RL, 2019/79/EU) vom 17. April 2019. Diese Richtlinie war seinerzeit hochumstritten und medial sehr präsent, unter anderem wegen der darin enthaltenen Regelungen

für Upload-Filter zum Aufspüren von urheberrechtlich geschützten, aber nicht lizenzierten Inhalten und wegen des Leistungsschutzrechts für Presseverleger.

Daneben wurden weitere zunächst unscheinbare und völlig im medialen Schatten der eben geschilderten Regelungen stehende Änderungen vorgenommen. In Art. 14 wurde die Gemeinfreiheit für Werke der Bildenden Kunst geschaffen (§ 68 UrhG) [3], eine Regelung, die auch große Bedeutung für die Digitalisierung historischer Landkarten hat. In Art. 3 erblickte eine neue Schranke des Urheberrechts das Licht der Welt, die hier näher zu besprechende Regelung des Text- und Data-Minings. Die Vorgaben der DSM-Richtlinie waren bis 2021 im nationalen Recht umzusetzen.

## **2 Text- und Data-Mining bei Datenbanken**

### **2.1 Der Schutz von Datenbanken**

Der durch § 87b Abs. 1 UrhG für Datenbanken gewährte Schutz sorgt dafür, dass eine entsprechende Datenbank nur mit der Zustimmung des Datenbankherstellers durch Dritte genutzt werden darf (Lizenz einräumung). Bei diesem Ausschließlichkeitsrecht des Datenbankherstellers handelt es sich gleichzeitig um eine Konkretisierung der in Art. 14 Abs. 1 Satz 1 des Grundgesetzes (GG) verankerten Eigentumsfreiheit: „Das Eigentum und das Erbrecht werden gewährleistet.“ Der Datenbankhersteller entscheidet also, wem er eine Lizenz einräumt und zu welchem Preis. Dabei werden das Recht zur Vervielfältigung (Kopie), zur Verbreitung (Weitergabe), öffentlichen Wiedergabe (Bereitstellung im Internet) und das Recht zur Bearbeitung (Veränderung der Datenbank) als jeweils eigenständige Rechte behandelt und lizenziert! Dem Datenbankhersteller soll die möglichst umfassende wirtschaftliche Verwertung der ihm gesetzlich zustehenden Rechte ermöglicht werden.

Wann eine Datenbank vorliegt, ist der Definition in § 87a Abs. 1 UrhG zu entnehmen: „Datenbank [...] ist eine Sammlung von [...] unabhängigen Elementen, die systematisch oder methodisch angeordnet und einzeln [...] zugänglich sind und deren Beschaffung, Überprüfung oder Darstellung eine nach Art oder Umfang wesentliche Investition erfordert.“

### **2.2 Text- und Data-Mining als Schranke des Datenbankherstellerrechts**

Anders als das Eigentum an Sachen unterliegt das Eigentum an Datenbanken einem zeitlichen Verfall. Durch § 87d UrhG wird das Datenbankherstellerrecht nur für 15 Jahre gewährt. Hierbei handelt es sich um eine zulässige Inhalts- und

Schrankenbestimmung im Sinne des Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG: „Inhalt und Schranken werden durch die Gesetze bestimmt.“ Die fortlaufende Aktualisierung einer Datenbank durch den Datenbankhersteller führt allerdings dazu, dass sich der Schutz mit jeder Aktualisierung erneuert und die Schutzdauer erneut zu laufen beginnt. Wer fortlaufend in seine Datenbank investiert, der soll auch einen entsprechend andauernden Schutz genießen. Entgegen dem ersten Anschein kann also eine Datenbank sehr lange einen Schutz genießen.

Neben der Vorgabe, dass Inhalt und Schranken des Eigentums durch Gesetz bestimmt werden, macht das Grundgesetz in Art. 14 Abs. 2 GG eine weitere Forderung auf: „Eigentum verpflichtet. Sein Gebrauch soll zugleich dem Wohle der Allgemeinheit dienen.“ Das heißt, der Gesetzgeber muss durch gesetzliche Regelungen einen Ausgleich zwischen den Interessen des Eigentümers/Datenbankherstellers und allen anderen treffen, die ggf. ein Interesse an der Nutzung der Datenbank haben, ein Lizenzwerb hierfür aber nicht das adäquate Mittel ist. Diese Schranken sind ebenfalls gesetzlich geregelt und finden sich in § 87c UrhG. Eine Schranke im hier zu verstehenden Sinne gibt Dritten das Recht, eine durch das Datenbankherstellerrecht geschützte Datenbank ohne Lizenz im dafür gesetzlich vorgesehenen Rahmen zu nutzen. Hierzu zählen insbesondere Vervielfältigungen zum rein privaten Gebrauch, für die wissenschaftliche Forschung oder den Unterricht. Es darf also eine Kopie der Datenbank angefertigt werden, ohne dass hierfür vorher eine entsprechende Lizenz erworben werden muss. Seit der vom 07.06.2021 an geltende Fassung des § 87c Abs. 1 UrhG finden sich dort neu die Nr. 4 „Text und Data Mining gemäß § 44b“ und Nr. 5 „Text und Data Mining für Zwecke der wissenschaftlichen Forschung gemäß § 60d“. In § 44 Abs. 1 UrhG kann man zunächst noch einmal nachlesen, was Text- und Data-Mining ist: Die automatisierte Analyse von einzelnen oder mehreren digitalen oder digitalisierten Werken bzw. Datenbanken, um daraus Informationen insbesondere über Muster, Trends und Korrelationen zu gewinnen. Mit anderen Worten: wird ausschließlich zu diesen Zwecken eine Datenbank genutzt, so darf der Inhaber der Datenbank hierfür keine Lizenzgebühren verlangen!

Bei der Lektüre dieses Wortlautes wird klar: Unter die Gewinnung von „Informationen über Muster“ kann man genau das verstehen, was die Grundlage für (generative) künstliche Intelligenz bildet – neuronale Netze, die auf Basis bestehender Informationen angelernt und Muster abgeleitet bzw. gebildet haben.

Es handelt sich wohl um einen Zufall der Geschichte, dass diese Schranke des Eigentums in dieser Form so unspektakulär ihren Weg ins Gesetz gefunden hat. Wenn man den Hype um künstliche Intelligenz betrachtet, ist es schwer vorstellbar, dass diese Norm von den Inhabern des Datenbankherstellerrechts unangefochten geblieben wäre. Die Bedeutung dieser Norm kann vor diesem

Hintergrund nicht groß genug eingeschätzt werden. Bereits seit 2021 besteht in der Europäischen Union aufgrund dieser Schrankenbestimmung des Urheberrechtsgesetzes ganz legal die Möglichkeit, das Internet zum Zwecke des Anlernens von künstlicher Intelligenz auszuwerten! Dies basierend auf einer Richtlinie aus dem Jahr 2019, deren Vorbereitung wiederum bereits mehr als ein Jahr vorher begann. Mit dem Wissen von heute, welche Reichweite diese Schranke entfaltet und welche Lizenzentnahmen den Rechteinhabern durch diese lizenzfreie Vervielfältigungsoption verloren gegangen sind, ist es schwer vorstellbar, dass heute eine solche Regelung erneut ihren Weg in ein Gesetz finden würde.

### **2.3 Grenzen des Text- und Data-Minings**

Nachdem im vorherigen Absatz versucht wurde, die immense Tragweite der Regelung in Zeiten von künstlicher Intelligenz zu verdeutlichen, soll nicht verschwiegen werden, dass es auch ein Verbot der Auswertung gibt.

Zum einen hat jeder Inhaber des Datenbankherstellerrechts der Auswertung seiner Datenbank zu Zwecken des Text- und Data-Minings zu widersprechen, § 44b Abs. 3 UrhG i. V. m. § 87 Abs. 1 Nr. 4 UrhG. Dabei ist ein Nutzungsvorbehalt bei online zugänglichen Werken nur dann wirksam, wenn er in maschinenlesbarer Form erfolgt. Bei online zugänglichen Werken empfiehlt es sich daher, einen entsprechenden Hinweis in die robot.txt der Webseite zu schreiben.

Des Weiteren ist nur die Vervielfältigung von rechtmäßig zugänglichen Datenbanken zu Zwecken des Text- und Data-Minings erlaubt, § 44b Abs. 2 Satz 1 UrhG i. V. m. § 87 Abs. 1 Nr. 4 UrhG. Raubkopien dürfen also nicht genutzt werden. Das Risiko, eine unrechtmäßig zugängliche Datenbank zu verwenden, liegt dabei bei denjenigen, die das Text- und Data-Mining durchführen. Der gute Glaube daran, dass die Datenbank rechtmäßig zugänglich sei, wird vom Gesetz nicht geschützt.

Wichtig ist außerdem zu beachten, dass nach erfolgreichem Text- und Data-Mining die eventuell vorhandenen Vervielfältigungen der Datenbank gelöscht werden müssen, § 44b Abs. 2 Satz 2 UrhG i. V. m. § 87 Abs. 1 Nr. 4 UrhG.

Hier wird auch deutlich, wo die Grenzen des Text- und Data-Minings verlaufen. Nach der Durchführung dürfen nur Muster, Trends und Korrelationen zurückbleiben. Alles, was einer Kopie einer Datenbank ähnelt oder daran erinnert, ist kein zulässiges Text- und Data-Mining, sondern die Anfertigung eines lizenzpflichtigen Vervielfältigungsstücks (Kopie). Die genauen Grenzen

zwischen Kopie auf der einen Seite und Mustern, Trends und Korrelationen auf der anderen, wird sich erst nach und nach in der Rechtsprechung herausbilden. Möglicherweise wird man hier auf Regeln zurückgreifen, die sich bereits im Zusammenhang mit der Abgrenzung einer freien von einer unfreien Bearbeitung in der Rechtsprechung etabliert hat, vgl. § 23 Abs. 1 UrhG.

## **2.4 Text- und Data-Mining und freie Lizenzen**

Offene und freie Lizenzen gewähren alle Rechte, welche notwendig sind, eine Datenbank sinnvoll zu nutzen. Die Lizenzbedingungen gewähren also in der Regel das Recht zur Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung und zur Bearbeitung an jede Person, die das möchte. Die entsprechenden Lizenztexte sind standardisiert, dürfen in der Regel also auch nicht ohne weiteres modifiziert werden, ohne in den Risikobereich der Lizenzinkompatibilitäten und Lizenzverstöße zu geraten.

Das oben vorgestellte gesetzliche Recht zum Text- und Data-Mining, § 87c Abs. 1 Nr. 4 i. V. m. § 44b Abs. 1 UrhG geht vertraglichen Lizenzbedingungen vor. Wenn man so will, handelt es sich um gesetzlich gewährte Lizenzen.

Theoretisch wäre es denkbar, dass zukünftig offene und freie Lizenzen einen Widerspruch gegen Text- und Data-Mining gemäß § 44b Abs. 3 UrhG i. V. m. § 87 Abs. 1 Nr. 4 UrhG aufnehmen. Ob das sinnvoll bzw. mit der Idee offener und freier Lizenzen vereinbar ist, das steht auf einem anderen Blatt. Insbesondere für Lizenzen mit einem Copyleft erscheint dies aber durchaus plausibel. Das Copyleft dient dazu, Reprivatisierungen zu verhindern. Das gesetzlich gewährte Recht zum Text- und Data-Mining lässt eine Reprivatisierung aber gerade zu.

Andererseits ermöglicht die gesetzliche Erlaubnis zum Text- und Data-Mining Anwendungen, die bisher aufgrund der Restriktionen aus dem Copyleft sich rechtlich in einem Graubereich befanden. Beispielhaft sind hier Verschneidungen zum Zwecke der Auswertung der in einer geografischen Datenbank vorhandenen Datenqualität im Vergleich zu anderen Datenbanken zu nennen. Gerade für OpenStreetMap und seine Open Database License 1.0 (ODbL) ergeben sich hier neue Möglichkeiten zum Datenvergleich, solange dieser ausschließlich zu Mustern, Trends und Korrelationen als Ergebnis führt.

Die Auswertung der OpenStreetMap-Datenbank zum Zwecke des Text- und Data-Mining ist zulässig, ohne dass die Bedingungen der ODbL dabei beachtet werden müssen.

Ob dies vornehmlich zum Nutzen oder zum Schaden des OpenStreetMap-Projektes sein wird, das wird sich erst in der Zukunft zeigen.

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Die gesetzliche Normierung des Text- und Data-Mining hat weitreichende Folgen für die Nutzung von Datenbanken. Voraussichtlich werden immer mehr Datenbankhersteller der Auswertung ihrer Datenbanken zum Zwecke des Text- und Data-Mining widersprechen, um auch in diesem Bereich Lizenzgebühren akquirieren zu können. Für unter einer freien oder offenen Lizenz stehende Datenbanken ist ein solcher Widerspruch gegen Text- und Data-Mining nicht ohne Weiteres möglich. Insgesamt lässt sich die gesetzliche Regelung mit kleiner Regelung, große Wirkung zusammenfassen. Die klaren rechtlichen Grenzen werden sich, wie immer bei neuen Regelungen, erst mit der Zeit ergeben.

### Literatur

- [1] BGH. Urteil vom 10. März 2016. Az. I ZR 138/13, TK 50 II.
- [2] EuGH. Urteil vom 29. Okt. 2015. Az. C-490/14, Verlag Esterbauer GmbH.
- [3] Falk Zscheile. Gemeinfreiheit visueller Werke. Chemnitz, 12. März 2023. URL (besucht am 24.06.2024):  
<https://media.ccc.de/v/clt23-257-gemeinfreiheit-visueller-werke>
- [4] Falk Zscheile. „Geodaten als hochwertige Datensätze“. In: FOSSGIS Konferenz Berlin 2023. Hrsg. von FOSSGIS e. V. Berlin, 2023, S. 16–20.
- [5] Falk Zscheile. „Schutz geografischer Informationen am Beispiel topografischer Karten“. In: GeoForum MV 2015 – Geoinformation und gesellschaftliche Herausforderungen. Tagungsband zum 11. GeoForum MV. Hrsg. von Ralf Bill u. a. Berlin: GITO Verlag, 2015, S. 57–64. URL (besucht am 05.08.2024):  
[https://archiv.geomv.de/geoforum/2015/doc/23r32iqw43we/GeoForum\\_MV\\_2015\\_E\\_Book.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2015/doc/23r32iqw43we/GeoForum_MV_2015_E_Book.pdf)
- [6] Falk Zscheile. „Sensordaten und das Eigentum an Daten und Informationen“. In: GeoForum MV 2018 – Geoinformation und Digitalisierung. Tagungsband zum 14. GeoForum MV. Hrsg. von Ralf Bill u. a. Berlin: GITO-Verlag, 2018, S. 61–69. URL (besucht am 05.08.2024):  
[https://www.geomv.de/wp-content/uploads/2018/04/GeoForum\\_MV\\_2018\\_Geoinformation\\_und\\_Digitalisierung.pdf](https://www.geomv.de/wp-content/uploads/2018/04/GeoForum_MV_2018_Geoinformation_und_Digitalisierung.pdf)



# **GIS und Erneuerbare Energien**



# Umzingelt von Windkraftanlagen – mal räumlich-objektiv betrachtet

Ein Ansatz zur automatischen und großflächigen Analyse am Beispiel von Mecklenburg-Vorpommern

*David Hennecke, Carsten Croonenbroeck*

Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock  
david.hennecke@uni-rostock.de  
carsten.croonenbroeck@uni-rostock.de

**Abstract.** In den kommenden Jahren soll der Ausbau der Windenergie weiter beschleunigt und auf größere Flächen ausgedehnt werden. Schon jetzt ist die Umzingelung von Ortschaften ein Problem in dicht mit Windkraftanlagen bebauten Gebieten. Trotz der Dringlichkeit erhält dieses Thema jedoch wenig Aufmerksamkeit, und es fehlen einheitliche Berechnungsgrundlagen und Methodiken. Im folgenden Beitrag wird ein Algorithmus vorgestellt, der die Umzingelungswirkung von Ortschaften zu quantifizieren hilft. Mecklenburg-Vorpommern dient dabei als großflächiges Berechnungsbeispiel.

## 1 Einleitung und Grundlagen

Die Windenergie ist ein zentraler Pfeiler der deutschen Energiewende und spielt eine Schlüsselrolle im Kampf gegen den Klimawandel. Um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen wie Braunkohle und Erdgas zu verringern und die Klimaziele zu erreichen, wird der Ausbau der Windenergie zügig vorangetrieben. Ziel ist es, bis 2030 80 % des Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien zu decken (EEG, 2023). Mit dem sog. Osterpaket 2022 wurde daher ein ambitioniertes Ziel für den Ausbau der Windenergie festgelegt: Bis zum Jahr 2032 sollen 2 % der Landesfläche mit Windkraftanlagen (WKA) bebaut werden (EEG, 2023).

Derzeit liegt der Anteil der für Windenergie ausgewiesenen Flächen bei lediglich 0,8 %, wovon nur 0,5 Prozentpunkte aktiv genutzt werden (Bundesregierung,

2023). Um das Ziel des Osterpakets zu erreichen, muss die aktiv genutzte Fläche für WKA in den nächsten zehn Jahren also vervierfacht werden.

Reguliert wird der Ausbau unter anderem durch Genehmigungskriterien zum Bau von WKA. Sie sollen ungewollt starke Eingriffe in die Natur oder eine zu starke negative Beeinflussung der Lebensqualität der Menschen verhindern. Einige von ihnen sind in der Gesellschaft durchaus bekannt, wie z.B. der Abstand zu Wohngebäuden oder Horsten von gefährdeten Vogelarten. Jedoch umfasst der Katalog dieser Kriterien deutlich mehr Einträge und wird in der Regel in Restriktionskriterien und Ausschlusskriterien gegliedert. Ausschlusskriterien sind beispielsweise Zonen in der Nähe von militärischen Einrichtungen. Hier darf unter keinen Umständen gebaut werden. Restriktionskriterien hingegen sind anpassbar und individuell zu bewerten. Ein Beispiel hierfür ist die Umzingelung von Ortschaften.

Der Begriff „Umzingelung“ beschreibt die Situation, in der eine Ortschaft von Windkraftanlagen umgeben ist. In der Fachliteratur wird alternativ auch der Begriff „Umfassung“ verwendet (Regionaler Planungsverband Vorpommern 2022; Taeger und Ulferts, 2017). Diese Konstellation kann zu Beeinträchtigungen der Lebensqualität von Anwohnern führen, weshalb dieses Kriterium in einigen Bundesländern in den Katalog der Genehmigungskriterien aufgenommen wurde.

Bislang gibt es nur wenige methodische Ansätze zur Ermittlung der Umzingelungswirkung. Der in der Wissenschaft bekannteste Ansatz ist der von Taeger und Ulferts (Taeger und Ulferts, 2017). Sie analysieren großflächig die Umzingelung von Gemeinden in Schleswig-Holstein und zeigen eine Art Bestandsanalyse. Der von ihnen propagierte Weg basiert auf einem Gutachten aus dem Jahr 2013 des Unternehmens UmweltPlan GmbH, wodurch dieses Kriterium erstmalig in Mecklenburg-Vorpommern (MV) berücksichtigt wurde. Auf Grundlage von Rechtsprechung und psychologischen Studien wird in diesem Beitrag ein erster Ansatz zur Beurteilung der Umzingelung von Gemeinden durch Windkraftanlagen vorgestellt (UmweltPlan, 2013). In Nordrhein-Westfalen hingegen wird proaktiv eine Obergrenze von 15 % der Gemeindefläche für bebaubare Flächen festgelegt, um eine Umzingelung durch WKA zu verhindern (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2023).

In diesem Beitrag wird ein weiterentwickelter Ansatz zur Erfassung von Umzingelungswirkungen durch WKA auf Ortschaften vorgestellt und beispielhaft auf MV angewandt. Der Beitrag nutzt dazu die Entwicklungen und Ergebnisse aus der Dissertation (Hennecke, 2024).

## 2 Methodik

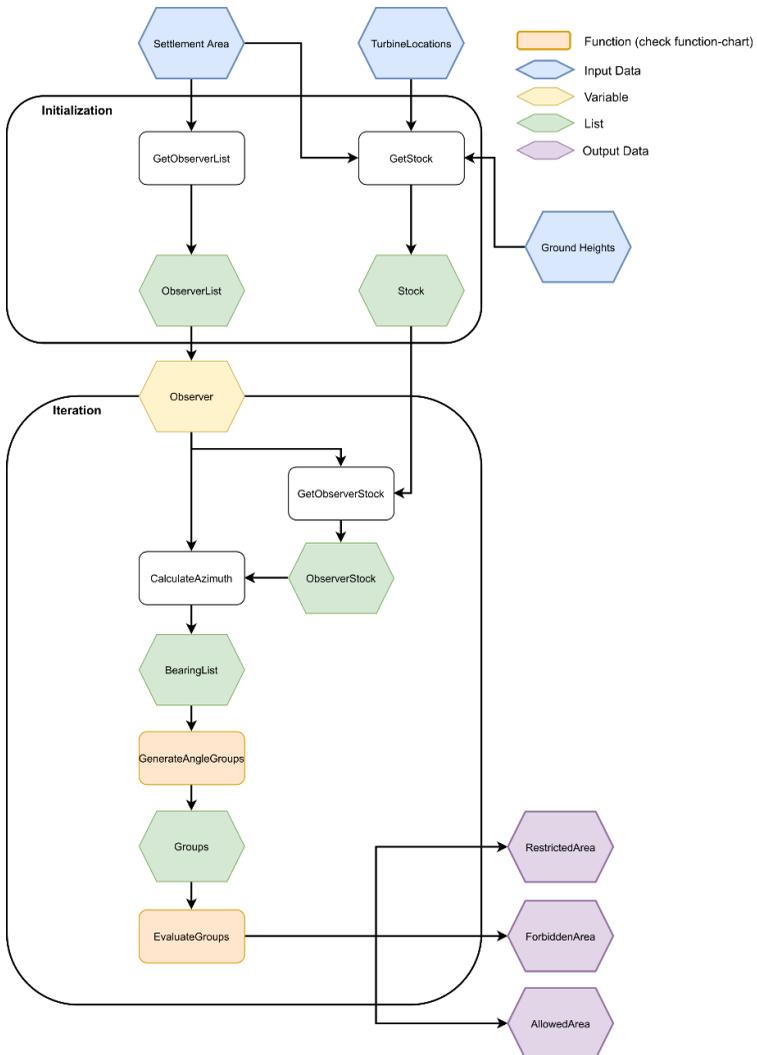
Zur Veranschaulichung der Methodik kommt ein UML-Ablaufdiagramm zum Einsatz. Abbildung 1 bietet einen ersten Überblick über den gesamten Ablauf des Algorithmus, beginnend mit der Initialisierung der Daten. Entlang der Ortslage werden in festgelegten Abständen Punkte (Observer) platziert und in der ObserverList gespeichert (GetObserverList). Ein kleinerer Abstand bedeutet höhere Auflösung. Ein Abstand von 200 m hat sich als guter Kompromiss zwischen Genauigkeit und Rechengeschwindigkeit erwiesen.

Zusätzlich wird eine Liste der im Umkreis der Ortslage befindlichen Turbinen erstellt, die hier als Stock bezeichnet wird (GetStock). Durch diese Reduktion der Anlagen kann die nachfolgende Ermittlung (GetObserverStock) der observernahen Anlagen (ObserverStock) schneller durchgeführt werden, da weniger WKA überprüft werden müssen. Dabei werden mittels Abstands- und Sichtbarkeitsanalyse alle Anlagen identifiziert, die den Observer umzingeln könnten.

Dieser Schritt gehört bereits zur Iterationsphase. In dieser Phase werden alle Observer in der ObserverList einzeln betrachtet. Basierend auf dem Standort des Observers und der zuvor erstellten Liste ObserverStock wird eine Liste der Winkel zwischen dem Observer und jeweils den WKA aus ObserverStock generiert.

Die darauffolgende Funktion GenerateAngleGroups beschreibt die Ermittlung der Anlagengruppierungen im Umfeld der einzelnen Observer. Dabei sind nicht die Windparks selbst von Bedeutung, sondern die Winkel, in denen sich die Anlagen gruppieren. In Anlehnung an die Ergebnisse aus dem Gutachten der UmweltPlan GmbH, müssen dazu WKA innerhalb einer Gruppe jeweils paarweise eine Differenz der Winkelbeträge von weniger als 60 Grad aufweisen. Dabei muss jedoch der Sprung zwischen 0 und 360 zwingend berücksichtigt werden. Dies erfolgt, indem eine mögliche Gruppierung um diesen Scheitelpunkt herum gesondert untersucht wird.

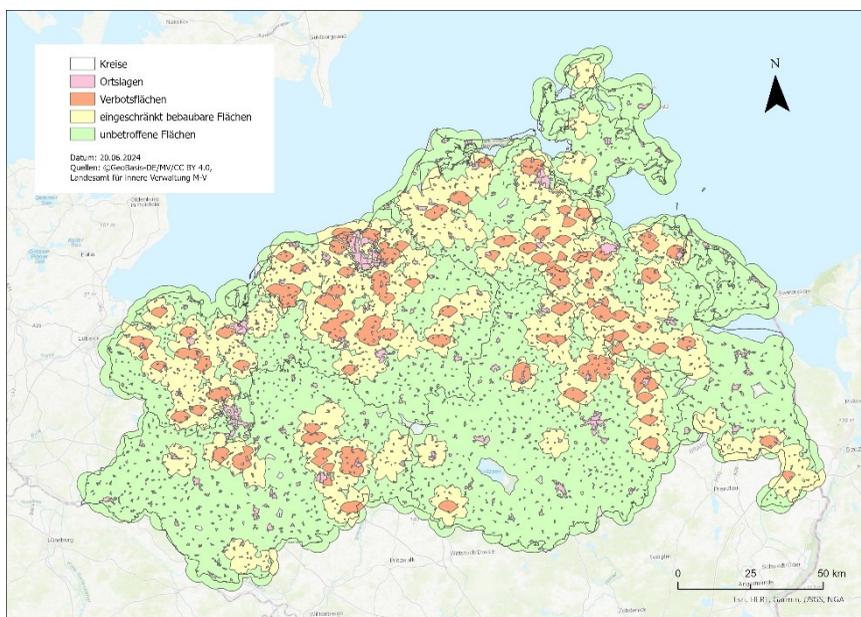
Die Winkelgruppen werden danach gemäß den im Gutachten (UmweltPlan GmbH) verwendeten Regeln in „EvaluateGroups“ analysiert. Wenn eine Winkelgruppe eine Winkelspanne von 120 Grad aufweist, dann sind die angrenzenden Flächen mit einem Aufspannwinkel von 60 Grad nicht bebaubar (ForbiddenArea). Falls die Winkelspanne einer Gruppe geringer als 120 Grad ist, wird in beide Richtungen der noch fehlende Betrag als eingeschränkt bebaubare Flächen (RestrictedArea) ausgewiesen. Nicht betroffene Bereiche werden als unbetroffene Flächen (AllowedArea) bezeichnet.



**Abbildung 1: UML-Ablaufdiagramm zur Berechnung der Umzierung von Gemeinden (gesamter Prozess)**

### 3 Ergebnisse und Fazit

Bei der großflächigen Anwendung dieses Algorithmus wird Mecklenburg-Vorpommern als Berechnungsbeispiel genutzt. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisflächen dieser Berechnung. Die Verbots- und eingeschränkt bebaubaren Flächen konzentrieren sich größtenteils in den Landkreisen entlang der Ostseeküste. Dennoch sind viele der küstennahen Gebiete noch nicht von einer Umzingelungswirkung betroffen und können ohne Einschränkungen durch dieses Genehmigungskriterium bebaut werden. Die Landkreise Mecklenburgische Seenplatte und Ludwigslust-Parchim sind noch weniger betroffen und weisen nur an wenigen Stellen mögliche Einschränkungen durch die Umzingelung von Gemeinden auf.



**Abbildung 2: Ergebnis der Umzingelungsberechnung für Mecklenburg-Vorpommern**

Mecklenburg-Vorpommern ist in Bezug auf das Umzingelungskriterium beim Ausbau der Windenergie somit nachhaltig und zurückhaltend vorgegangen. Dies ist einerseits auf den konzentrierten Ausbau in Küstenregionen zurückzuführen und andererseits auf die frühzeitige Berücksichtigung dieses Kriteriums, wodurch MV in diesem Bereich zu einem Vorreiter in Deutschland geworden ist.

## Literatur

- Bundesregierung (2023): Mehr Energie aus erneuerbaren Quellen. URL (besucht am 05.08.2034): <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/energie-wende-beschleunigen-2040310>.
- EEG (2023): Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2023. URL (besucht am 05.08.2034): [https://www.gesetze-im-internet.de/eeg\\_2014](https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014).
- Hennecke, D. (2024): Räumliche Analysen und Optimierungen zur effizienten Gestaltung eines nachhaltigen Windenergieausbaus. Dissertationsschrift an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2023): Flächenanalyse Windenergie NRW - Zwischenbericht. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- Regionaler Planungsverband Vorpommern (2022): Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern. Regionaler Planungsverband Vorpommern.
- Taeger, S., Ulferts, L. (2017): Von Windparks umzingelt – oder nicht? – ein GIS-gestützter Ansatz zur Ermittlung der optisch bedrängenden Wirkung von Windenergieanlagen im Zuge der Regionalplanung. In: AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik, Bd. 3: Wichmann Verlag, S. 130–139.
- UmweltPlan (2013): Gutachten zur „Umfassung von Ortschaften durch Windenergieanlagen“, Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern.

# Digitale Zwillinge, Geodaten und KI: Praxis und Anwendungen für die Finanzwirtschaft

*Sven Jantzen*

SkenData GmbH, Rostock  
sven.jantzen@skendata.de

**Abstract.** In dem Beitrag wird aus Sicht der SkenData GmbH ein Ein- und Überblick über die Nutzung von Geodaten als raum- und kontextbezogene Informationen für die Finanzwirtschaft, speziell für die Gebäudeversicherung gegeben. Der Beitrag zeigt, dass obwohl die Qualität und der Füllgrad der Attribute der Geodaten hoch sind, die Ergebnisse jedoch ohne Bestätigung durch Nutzer oder Weiterverarbeitung in Anwendungen nicht akzeptabel sind und daher mittels KI nicht verfügbare Datenpunkte zur Verbesserung der Qualität von Attributen und zur Extrahierung neuer Attribute ergänzt werden können.

## 1 Nutzen und Anwendung von Geodaten in der Finanzwirtschaft

Geodaten als raum- und kontextbezogene Informationen haben bereits heute einen erheblichen Einfluss auf Entscheidungen in der Finanzwelt. In den letzten 20 Jahren gab es hier erhebliche Fortschritte – sowohl in der Produktion als auch in der Verfügbarkeit von Geodaten. Durch die zunehmende Verfügbarkeit von Geodaten wird der Einfluss dieser Informationen in den kommenden Jahren weiter zunehmen. Der Einsatz von KI und digitalen Zwillingen beschleunigt diesen Trend zusätzlich.

Grundsätzlich ist die Finanzwirtschaft gekennzeichnet durch:

- **Komplexität:** Vielzahl von Akteuren, Institutionen und Märkten, Produkten und Preisen.
- **Unsicherheit:** Finanzmärkte sind von Natur aus unsicher, d.h. die Preise von Finanzprodukten können stark schwanken. Anlageentscheidungen sind mangels Kenntnis der zukünftigen Entwicklung immer mit Risiken verbunden.

- Globalisierung: Die Finanzwelt ist globalisiert, d.h. Finanzinstitute und Märkte sind weltweit miteinander verbunden. Ereignisse in einem Sektor, einer Region oder einem Land können weitreichende Auswirkungen auf andere Sektoren, Länder oder Regionen haben.
- Regulierung: Die Finanzdienstleistungsbranche unterliegt einer strengen Regulierung, die den Schutz der Anleger und die Stabilität des Finanzsystems gewährleisten soll. Nach dem Prinzip „comply and explain“ müssen sie deren Einhaltung nachweisen.
- Innovation: Die Finanzwelt ist durch die Entwicklung neuer Finanzprodukte und -dienstleistungen einem ständigen Wandel unterworfen. Diese Innovationen werden durch den technologischen Fortschritt und den Wunsch nach effizienteren und profitableren Finanzierungs- und Versicherungsmöglichkeiten vorangetrieben
- Risikomanagement: Risikomanagement ist für Unternehmen in der Finanzwelt von entscheidender Bedeutung. Finanzinstitute müssen das Risiko ihrer Investitionen und der Kreditvergabe managen, während Investoren das Risiko ihrer Portfolios managen müssen.

Geodaten sollen also helfen, bessere Entscheidungen zu treffen, um

- Unsicherheit und Komplexität zu reduzieren,
- lokale, regionale und überregionale Zusammenhänge zu erkennen,
- regulatorische Anforderungen zu erfüllen,
- Produktinnovationen zu ermöglichen
- sowie Risiken zu managen und zu reduzieren.

Immer effizientere und profitablere Wege der Finanzierung und Versicherung verlangen die Einführung neuer Technologien wie digitale Zwillinge und KI. Praktisch alle realen Objekte, Prozesse, Systeme oder Umgebungen können virtuell in Form eines digitalen Zwillings abgebildet werden. Digitale Zwillinge werden in verschiedenen Branchen erfolgreich eingesetzt:

- Luftfahrt: um die Leistung von Flugzeugen zu optimieren und Wartungsbedarf zu erkennen.
- Automobilindustrie: um neue Autos zu entwickeln und zu testen.
- Gesundheitswesen: um die Behandlung von Patienten zu personalisieren und die Ergebnisse zu verbessern.
- Fertigung: um Produktionsprozesse zu optimieren und die Qualität zu verbessern.
- Stadtplanung: um Städte zu planen und zu verwalten.

Digitale Zwillinge ermöglichen die Überwachung, Optimierung, Simulation und Vorhersage von Risiken, Objekten und Prozessen. Themen wie Beratung und Training sind besser darstellbar. Ein digitaler Zwilling kann viele Abhängigkeiten und Ergebnisse in einem bisher nicht gekannten Umfang berechnen und visualisieren. Er kann die Umwelt in der Zukunft darstellen und damit besser verstehen. Digitale Zwillinge führen zu erheblichen Verbesserungen hinsichtlich Effizienz, Sicherheit und Produktivität. Die entscheidende Frage ist: Warum und wofür brauche ich den Digitalen Zwilling?

In der Finanzwirtschaft spielen Kosten-Nutzen-Aspekte ebenso eine Rolle wie Datensparsamkeit, Umweltaspekte, Datenschutz und IT-Sicherheit.

## 2 Anwendungsfeld: Versicherung von Gebäuden

Die reale Welt kann bereits heute technologisch mit Hilfe von Geodaten als detailliertes 3D-Modell abgebildet werden. Anwendungen sind in der Praxis bereits vorhanden und zukunftsfähig erweiterbar. In Abb. 1 werden die vorhandenen verschiedenen Ebenen der Detaillierung („Level of Detail“) und verschiedene Auflösungen gezeigt.

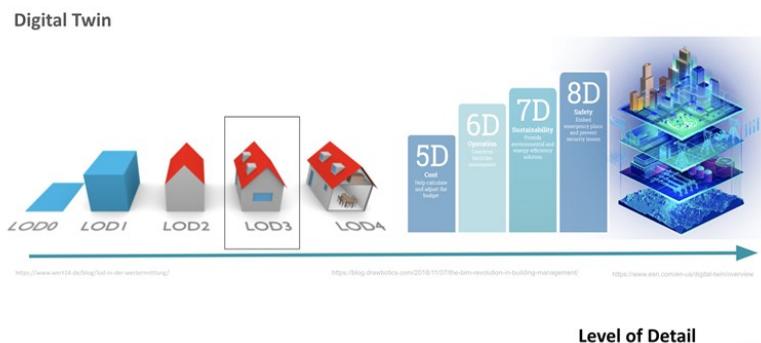


Abbildung 1: Gebäude als „Level of Detail“

Daten aus verschiedenen Primärdatenquellen und Anwendungen sowie Positionsdaten, Umweltdaten, IoT-Daten und sozioökonomische Daten ermöglichen es, ein Gebäude als realitätsnahes und aussagekräftiges Modell der realen Welt zu erstellen. In Abb. 2 wird dieser Zusammenhang schematisch dargestellt.

Grundsätzlich kann bei Gebäuden von Bewegungsdaten gesprochen werden. Die Daten aus den Primärdatenquellen unterliegen Veränderungen und Aktuali-

sierungen. Diese werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten und in unterschiedlicher Häufigkeit aktualisiert. Je nach Anwendungsfall ist der Bedarf für die Aktualität der Daten unterschiedlich. Beim Einsatz von IoT-Sensoren sind z.B. Echtzeit-Aktualisierungen möglich. Satellitendaten bieten heute bereits eine tägliche Aktualisierung. Befliegungsdaten sind auf Länderebene ca. alle 2 bis 3 Jahre verfügbar. Zu beachten sind die Kosten für die Aktualisierung und der Bedarf an Datenspeicher.



Abbildung 2: Digitaler Zwilling aus Primärdatenquellen



Abbildung 3: Frequenz der Datenaktualisierung

### 3 Konkreter Anwendungsfall: Gebäudeversicherung

Die Ermittlung der richtigen Versicherungssumme für ein Gebäude ist von entscheidender Bedeutung. Die Versicherungssumme wird benötigt, um im Schadensfall eine Entschädigungsgrenze (z.B. 500.000 EUR) festzulegen und die Prämie für eine Gebäudeversicherung (z.B. 500 EUR) zu berechnen. Die Versicherungssumme ist richtig, wenn sie den Wiederherstellungskosten zum Neuwert eines Gebäudes gleicher Art und Güte am Versicherungsort entspricht. Die Ermittlung der Versicherungssumme ist auf verschiedene Art und Weise möglich:

- mit Wertermittlungsbogen: Diese wurden von Verbänden, Versicherern, Finanzdienstleistern oder Sachverständigen entwickelt. Der Nachteil liegt in der Nachvollziehbarkeit der Daten und den unterschiedlichen, nicht vergleichbaren Vorgehensweisen.
- Sachverständige: Eine weitere, aber kostenintensive Möglichkeit ist die Beauftragung eines Sachverständigen zur Ermittlung der Versicherungssumme.

Für den Anwendungsfall Wertermittlung ist die Verwendung eines digitalen Zwillings des Gebäudes sehr gut geeignet. Durch das Datenmodell und die vorhandenen Attribute in den Primärdatenquellen können die Fragestellungen weitgehend automatisiert beantwortet werden. Der Versicherer legt die zur Beschreibung des Gebäudes erforderlichen Merkmale fest:

**Versicherungsort:** Der Versicherungsort ist das Grundstück, auf dem sich das versicherte Gebäude befindet. Hier können verschiedene Kriterien und Attribute aus den Geodaten abgeleitet werden: Adresse, Ortskennziffer, Postleitzahl, Flurstücksnummer, Flurstücksnutzung, Höhe über NN, Geländemodell (in einer Senke liegend, an einem Hang liegend...), Nähe zu Bach, Fluss, See, Wald, Klima aktuell und Klimaszenarien langfristig.

**Gebäudeart:** Für die bis zu 90 Gebäudearten gibt es generische Konzepte, ebenso für die Nutzungsarten.

**Größe:** Die entsprechenden internationalen und nationalen Normen definieren die Größe eines Gebäudes. Die Gebäudegröße wird bestimmt durch die bebaute Fläche, den Bruttorauminhalt, die Nutzflächen pro Geschoss, die Höhe pro Geschoss und weitere Merkmale.

**Ausbau:** Wie ist das Gebäude ausgebaut, z. B. Dachart, ausgebautes Dach, Anzahl der Vollgeschosse, Keller usw.?

**Ausstattung:** Wie und in welcher Qualität ist das Gebäude ausgestattet, z.B. Heizung, Sanitär und andere Gewerke?

Die gewünschten Merkmale gehen in ein Datenmodell über:

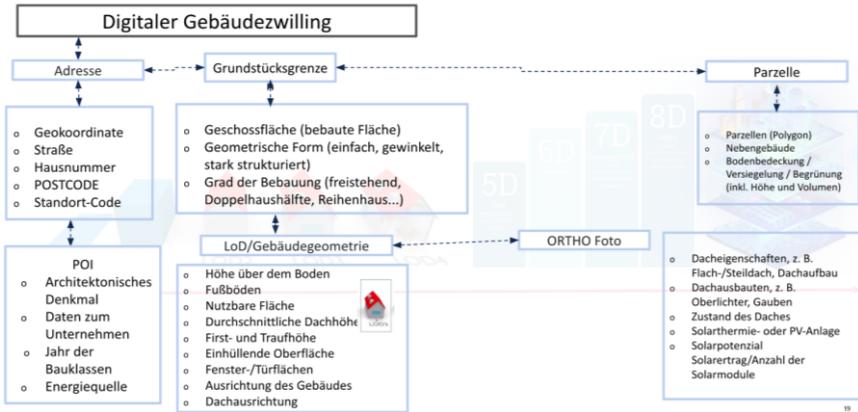


Abbildung 4: Reduziertes Datenmodell für den Digitalen Zwilling

### 3.1 Berechnung der Versicherungssumme

Die Berechnung basiert auf den Daten des digitalen Zwillings. Die Daten werden an einen Rechner übergeben, der standardisierte Wertermittlungsverfahren wie die NHK 2010 und Industriestandards wie z.B. Wert1914 abgebildet hat. Der Output der Ergebnisse erfolgt als PDF, visuell und/oder Übergabe an weitere Systeme per Rest-API.

### 3.2 KI-Anwendungen

Ein wichtiges Thema bei den Geodaten ist die Datenverfügbarkeit und -qualität. So sind heute die Qualität und der Füllgrad der Attribute der Geodaten hoch. Die Ergebnisse sind jedoch ohne Bestätigung durch den Nutzer oder Weiterverarbeitung in Anwendungen nicht akzeptabel. KI bietet hier neue Anwendungsmöglichkeiten, um nicht verfügbare Datenpunkte zu ergänzen, die Qualität von Attributen zu verbessern und neue Attribute zu extrahieren.

**Beispiel:** Generieren von Attributen (Feature Extraction) aus Orthophotos: Die Bilderkennung (Image Recognition) ist ein Verfahren, das mittels künstlicher Intelligenz Merkmale aus Fotos finden und extrahieren kann. So können

Dachschäden, Dachformen, Dachaufbauten aus Luftbildern erkannt und als Attribut für den digitalen Zwilling generiert werden.

**Beispiel:** Mustererkennung (Pattern Recognition): Mit Hilfe von KI-Algorithmen können Muster in großen Datenmengen erkannt werden. Ob diese einen Anwendungsfall ergeben, muss entsprechend simuliert und herausgefunden werden. Aus den Modellen können z.B. Datenlücken ergänzt oder neue relevante Merkmale identifiziert werden.

**Beispiel:** Natural Language Processing (NLP): Sprachmodelle sind so weit entwickelt, dass sie als Spracheingabe dienen können und eine maschinelle Konversation ermöglichen: „Bitte berechne den Wert des Gebäudes“. „Okay, wo bist du gerade?“ An dieser Stelle wird die Software die Geodaten ermitteln, den digitalen Zwilling aufbauen, die Attribute an den Rechenkern übergeben und die Ergebnisse sprachlich ausgeben. Und natürlich als Daten dorthin schicken, wo sie gebraucht werden.

## 4 Ausblick

Es existieren weitere Anwendungsfälle für Digitale Zwillinge, Geodaten und KI für Eigentümer, Verwalter und Finanzierer von Gebäuden. Diese benötigen z.B. Wertermittlungen, Naturgefahren, Szenarien, Solarpotenziale, Wärmepumpenchecks, Wärmenetzplanungen und weitere Anwendungen. Insofern lohnt sich ein Blick auf weitere Anwendungsfälle.

Die Anwendungsfälle und Use Cases von Geodaten, digitalen Zwillingen und KI sind enorm. Hier liegt ein großes Forschungspotenzial, lassen Sie uns neue Anwendungen finden.



# Impuls: Die aufkommende Wasserstoffwirtschaft und Grüne Gewerbegebiete in MV – Wie können Geoinformationssysteme unterstützen?

*Dr. Arvid Langenbach*

IWEN Energy Institute gGmbH, Am Strom 1-4, 18119 Rostock  
a.langenbach@iwen-energy.org

**Abstract.** Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern (MV) nimmt zunehmend Fahrt auf. Die Region ist aufgrund ihrer geografischen Lage, Infrastruktur und der bereits bestehenden Erneuerbare-Energien-Anlagen gut positioniert, um eine führende Rolle in der Wasserstoffwirtschaft einzunehmen. Die Region ist entschlossen, eine Vorreiterrolle in dieser zukunftssträchtigen Branche einzunehmen, was sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile mit sich bringt. Zugleich hat die Landesregierung mit dem Label „G<sup>3</sup> - Grünes Gewerbegebiet“ eine Initiative gestartet, die darauf abzielt, Gewerbegebiete umweltfreundlicher und nachhaltiger zu gestalten. Gewerbegebiete, die dieses Label erhalten, müssen bestimmte umweltfreundliche Standards erfüllen, wie etwa die Verwendung erneuerbarer Energien, energieeffiziente Gebäude, nachhaltige Wasserwirtschaft und Abfallmanagement. Das Label „G<sup>3</sup> - Grünes Gewerbegebiet“ soll somit als Qualitätsmerkmal für nachhaltige und umweltfreundliche Wirtschaftsstandorte dienen und Mecklenburg-Vorpommern als Vorreiter für grüne Wirtschaftsförderung positionieren. Hier kann die hochlaufende Wasserstoffwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern einen erheblichen positiven Einfluss auf die grünen Gewerbegebiete in der Region haben. Einerseits können grüne Gewerbegebiete grünen Wasserstoff nutzen, der aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind- und Solarenergie erzeugt wird, um ihren Energiebedarf zu decken. Dies reduziert den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und unterstützt die Nachhaltigkeitsziele der Gebiete. Weiterhin kann Wasserstoff als Speicher für überschüssigen Strom aus erneuerbaren Quellen dienen, der bei Bedarf rückverstromt werden kann, wodurch eine stabile und kontinuierliche Energieversorgung gewährleistet wird. In Industrieprozessen, bei Verkehr und Logistik sowie in der Wärmeversorgung kann Wasserstoff hilfreich sein, die Energiewende voranzubringen. Durch diese vielfältigen Möglichkeiten kann die Wasserstoffwirtschaft maßgeblich dazu beitragen, die grünen Gewerbegebiete in MV nachhaltiger, effizienter und attraktiver für Unternehmen zu machen. Dies

unterstützt nicht nur ökologische Ziele, sondern fördert auch wirtschaftliches Wachstum und Innovation in der Region. Die Produktion, Speicherung und Verteilung von grünem Wasserstoff unterliegen einigen standortspezifischen Einschränkungen. So müssen die Ausgangsprodukte Grünstrom und Frischwasser in ausreichender Menge und Qualität vorliegen. Auch spielt die Nähe zu vorhandener oder geplanter Infrastruktur für die Verteilung des Gases und der bei der Elektrolyse anfallenden Abwärme eine wichtige Rolle. Für die Konzeption einer Wasserstoffinfrastruktur sind also eine Vielzahl von räumlichen Gegebenheiten zu beachten. Dieser Beitrag möchten eine Diskussionsgrundlage für die Frage liefern, wie Geoinformationssysteme den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in MV und die gleichzeitige Etablierung und die Förderung von grünen Gewerbegebieten unterstützen können.

## **1 Label „G<sup>3</sup> – Grünes Gewerbegebiet“**

Unternehmen, Gewerbe- und Industriegebiete in Kommunen, die sich aktiv für eine nachhaltige Entwicklung einsetzen und insbesondere Maßnahmen in den Bereichen erneuerbare Energien, Ressourceneffizienz, sparsamer Flächenverbrauch und alternative Mobilität umsetzen, erhalten als Qualitätsmerkmal das Label „G<sup>3</sup> – Grünes Gewerbegebiet“. Damit soll an die Erfolge der grünen Stromproduktion angeknüpft und Mecklenburg-Vorpommern zukunftsfähig aufgestellt werden. Mit der Auszeichnung würdigt das Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit M-V das Engagement der Wirtschaft für die Umwelt und macht es weithin sichtbar. Für die Unternehmen wie für die Gewerbegebiete insgesamt bedeutet das Zertifikat „Grünes Gewerbegebiet“ einen Imagegewinn. Sie empfehlen sich damit als attraktiver Partner für neue Unternehmensansiedlungen. Kommunen verhilft es gegenüber Wettbewerbern zu entscheidenden Standortvorteilen, die sich in Erhalt und Schaffung von Arbeitsplätzen niederschlagen (Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit M-V, 2024).

### **1.1 Ziele**

Das Hauptziel des Labels „G<sup>3</sup> – Grünes Gewerbegebiet“ ist die Förderung der nachhaltigen Entwicklung von Gewerbe und Industriegebieten durch die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energie. Das Label dient als Marketinginstrument zum Sichtbarmachen von „Grünen Gewerbegebieten“ und soll Unternehmensansiedlungen und die Vorbereitung von Investitionen vorantreiben. Dazu soll die lokale Erzeugung und Nutzung von erneuerbaren Energien und damit regionale Wertschöpfung gesteigert werden. Dies soll durch

einen ganzheitlichen energetischen Ansatz über ein Energieversorgungskonzept für das Gewerbegebiet für eine verstärkte Unternehmenskooperation innerhalb des Gebietes sorgen. Die grünen Gewerbegebiete können also ein Gradmesser für den ökologischen Umbau der Wirtschaft in M-V sein (Dahlke, 2024). Für die Erschließung von grünen Gewerbegebieten gewährt das Land Mecklenburg-Vorpommern einen erhöhten Fördersatz von 90 % (regulär 60 %).

## 1.2 Anforderungen

Die Anforderungen an ein „Grünes Gewerbegebiet“ unterteilen sich in Basiskriterien und Zusatzqualifikationen. Erfüllt ein Standort alle Basisanforderungen, kann er sich um die Auszeichnung als „Grünes Gewerbegebiet“ bewerben. Zu den Basiskriterien für dieses Label gehören:

1. Energieeffizienz und erneuerbare Energien: Erneuerbare Energieversorgung mit mehr als 50 % EE-Strom oder EE-Wärme oder ein Ökostromtarif mit mehr als 75 % EE-Anteil. Erzeugung von erneuerbaren Energien in einem Umkreis von weniger als 5 km
2. Maßnahmen zur Verbesserung des Energiemanagements und Steigerung der Energieeffizienz (u.a. Mitarbeiter-Schulungen, Energieberatung, Systeme mit Zeitschaltuhren)
3. Informationsveranstaltungen, Beratungsangebote oder Diskussionsrunden zum sparsamen Umgang mit Flächen und zur effizienten Flächennutzung

Neben den Basiskriterien können nach der Erteilung des Labels in verschiedenen Bereichen Zusatzqualifikationen erworben werden. Diese Bereiche und die dazu nötigen Maßnahmen sind (Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit M-V, 2023):

- Synergien und Ressourceneffizienz (Gemeinsames Energie- und Stoffstrommanagement, gemeinsame Nutzung und Verwaltung von Infrastrukturen)
- Mobilität (Zukunftsgerechte, nachhaltige Verkehrsplanung, Förderung der E-Mobilität)
- Innovation (Innovative Technologien im Bereich der Energieversorgung und Digitalisierung)
- Nachhaltiges Flächenmanagement und Freiraumgestaltung (Reduzierung der Flächeninanspruchnahme bei der Neuausweisung oder Erweiterung, flächeneffizientes Bauen, naturnahe Außenanlagen)

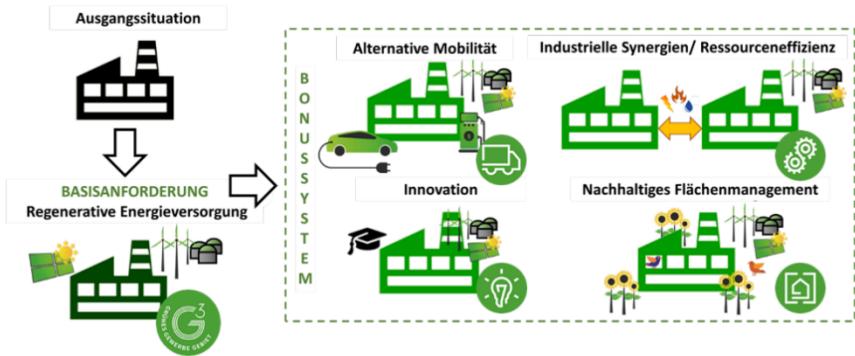


Abbildung 1: Anforderungsmodell an ein grünes Gewerbegebiet (Dahlke, 2024)

## 2 Grüner Wasserstoff in Mecklenburg-Vorpommern

Grüner Wasserstoff wird in unserem zukünftigen, erneuerbarem Energiesystem aus mehreren Gründen eine zentrale Rolle spielen:

1. Erneuerbare Energieintegration, Speicherung und Nutzung von Überschussenergie: Grüner Wasserstoff wird durch Elektrolyse hergestellt, bei der überschüssiger Strom aus erneuerbaren Quellen genutzt werden kann. Dies ermöglicht die Speicherung von Energie, die bei schwankender Erzeugung zur Verfügung steht, und deren Nutzung in Zeiten hoher Nachfrage oder geringer Erzeugung.
2. Industrielle Anwendungsmöglichkeiten: Grüner Wasserstoff kann fossile Brennstoffe in industriellen Prozessen ersetzen, z.B. in der Stahlproduktion, Chemieindustrie und Raffinerien, was zu erheblichen Emissionsreduktionen führt.
3. Energiesicherheit und Unabhängigkeit: Grüner Wasserstoff trägt zur Diversifizierung der Energieversorgung bei und reduziert die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und importierten Energierohstoffen.

In Mecklenburg-Vorpommern sind aktuell eine Vielzahl von Projekten in der Entwicklung, sowohl im Bereich Produktion von grünem Wasserstoff als auch im Bereich der notwendigen Infrastruktur.

## 2.1 Produktion

Insgesamt sollen in M-V bis 2028 bis zu 355 MW an Elektrolyse-Kapazität aufgebaut werden. Bis Mitte der 30er Jahre steigt diese Zahl auf 3,5 GW. Treiber hierbei sind die Region Rostock um den Seehafen sowie Lubmin. Den Beginn der industriellen Elektrolyse von grünem Wasserstoff wird das Initialprojekt der Energiahafen-Strategie in Rostock „HyTechHafen“ darstellen. Hierbei entsteht im Rostocker Überseehafen eine Anlage mit einer Kapazität von 100 MW bis 2026 (rostock EnergyPort cooperation GmbH, 2024). Weitere Projekte im Großraum Rostock sind geplant durch die Unternehmen H2Apex (H2ERO) (H2Apex,2024) sowie Enertrag (Elektrolysekorridor Ostdeutschland) (Enertrag, 2024)

## 2.2 Infrastruktur

Um den produzierten grünen Wasserstoff zu seinen Nutzungsorten in der Industrie (Chemische Produktion, Raffinerien, Stahlproduktion) via Pipeline zu transportieren, wird in Deutschland aktuell das sogenannte Kernnetz Wasserstoff geplant und umgesetzt. Dieses Netz soll in der Endausbaustufe im Jahr 2035 eine Gesamtlänge von rund 10.000 Kilometern und eine Einspeisekapazität von 87 GW aufweisen. Dazu können laut Bundesnetzagentur rund 80 % der bestehenden Ferngasleitungen umfunktioniert werden, um Wasserstoff zu transportieren, der Rest sind Neubaustecken. In M-V sind hierbei mehrere Stränge geplant: Zunächst Nord-Süd-Verbindungen von Rostock und Lubmin nach Berlin (doing hydrogen bzw. FLOW), sowie eine Querverbindung Rostock-Lubmin (FNB, 2023).

## 3 Nutzung von Geoinformationen

Bei der Planung und Entwicklung von Wasserstoffprojekten können Geoinformationen vielfältig unterstützen. Beispielsweise bereitet der Regionale Planungsverband Mecklenburgische Seenplatte die Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Wasserstoffinfrastruktur – Oberes Tollensegebiet vor. Darin sollen vier geplante, nachhaltige Gewerbegebiete (nach G<sup>3</sup>-Kriterien des Wirtschaftsministeriums MV) verbunden werden und an die geplante FLOW-Pipeline anknüpfen, um so die lokalen Wirtschaftsstrukturen nachhaltig zu stärken und zu vernetzen, parallel die Entwicklung der geplanten nachhaltigen Gewerbegebiete aller vier Kommunen zu fördern und neue Wirtschaftspotentiale zu heben (Regionaler Planungsverband Mecklenburgische Seenplatte, 2024). Dabei sollen mögliche Trassenführungen unter Berücksichtigung topografischer, geologischer und infrastruktureller Gegebenheiten und der Nutzung von

Geoinformationen identifiziert werden. Auch der Planungsverband Region Rostock erarbeitet mit dem „Entwicklungskonzept Industriestandort Region Rostock“ eine Flächen- und Gewerbegebietsentwicklung (Planungsverband Region Rostock, 2024). Hierbei sollen Gewerbegebietsflächen die zukünftige Wasserstoffproduktion und -infrastruktur in der Region berücksichtigen und Synergien genutzt werden. Dabei sollen ausdrücklich die planerischen Darstellungen und Umsetzungen der Untersuchungsergebnisse als georeferenzierte, und in gängigen Geoinformationssystemen nutzbare, Daten zur Verfügung gestellt werden.

## Literatur

Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit M-V, URL (besucht am 02.07.2024):

<https://www.gruene-gewerbegebiete.de/g3/>

Dahlke, C. (2024): Landesdialog Grüne Gewerbegebiete in MV - Zertifizierung von nachhaltigen Gewerbe- und Industriegebieten, Vortrag auf dem Landesdialog „Grüne Gewerbegebiete in M-V“, Schwerin, 23.05.2024

Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit M-V, Anforderungskatalog „Grüne Gewerbegebiete“, 2023

rostock EnergyPort cooperation GmbH, URL (besucht am 03.07.2024):

<https://energyport-rostock.de/>

H2APEX, URL (besucht am 03.07.2024):

<https://h2apex.com/de/newspress/h2apex-eu-kommission-genehmigt-foerderung-des-100-mw-wasserstoffprojekts-h2ero-von-h2apex-im-rahmen-der-hy2infra-ipcei-foerderung/>

Enertrag, URL (besucht am 03.07.2024):

<https://enertrag.com/leistungen/gruener-wasserstoff/projekte-weltweit/elektrolyskorridor>

FNB, URL (besucht am 03.07.2024):

<https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz-wasserstoff-kernnetz/>

Regionaler Planungsverband Mecklenburgische Seenplatte, Leistungsbeschreibung für die Machbarkeitsstudie zur Wasserstoffinfrastruktur – Oberes Tollensegebiet, 2024

Planungsverband Region Rostock, Ausschreibung Entwicklungskonzept Industriestandort Region Rostock und Machbarkeitsstudie, 2024

# Erfolgreiche Wärmeplanung durch Zusammenspiel der Privatwirtschaft mit kommunalen IT-Strukturen

– Ein Plädoyer für das Beste aus zwei Welten –

*Tobias Lerche, Michael Busch*

ENEKA Energie & Karten GmbH, Richard-Wagner-Straße 1a, 18055 Rostock  
[www.eneka.de](http://www.eneka.de)

**Abstract.** Der Einstieg in die Kommunale Wärmeplanung (KWP) steht oft im Zeichen von Zeit-, Ressourcen- und Personalmangel gegenüber einem hohen Bedürfnis nach Planungssicherheit bei allen zu beteiligenden Akteuren. Während Energieversorgungsunternehmen unter Erwartungs- und wirtschaftlichem Druck stehen, steht in den meisten Standortkommunen keine ausreichende Datengrundlage oder digitale Arbeitsstruktur zur Verfügung. Der Einsatz von smarten digitalen Fach-Zwillingen schließt Datenlücken, vereinfacht Arbeitsschritte und verringert den Zeitaufwand. Und bietet damit die Chance, sich auf die wesentlichen Aufgaben zu konzentrieren.

## 1 Wärmeplanungsgesetz als Innovationstreiber

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) vom November 2023 sorgt für Klarheit. Was ist bis wann zu leisten? Wer ist verantwortlich und wer muss mitarbeiten? Während die Verantwortung der Verwaltung zufällt, müssen die Energieversorgungsunternehmen (EVU) Protagonisten sein, da sie ihre Verantwortung für die zuverlässige und effiziente Bereitstellung von Energie/Wärme in den Siedlungen weiterführen.

Wie in der Vergangenheit ist der Interessenausgleich zwischen den Akteuren notwendig und oft auch mit Reibungen und Spannungen verbunden. Begleitend ist für beide Akteure der Fachkräftemangel gelebte Realität, insbesondere in kleineren Kommunen fehlt Personal zur Umsetzung – allerdings ist hier auch die Chance der kurzen Wege gegeben. Der nun notwendige Abstimmungsprozess mit all seinen Planungs- und Kommunikationsaspekten bietet reichlich Gelegenheit

für Ablenkung und zeitintensive Detaildiskussionen. Jedoch müssen im Kern für die Transformation der Wärmeversorgung nach WPG nun schnell vor allem zwei Ziele für den ersten Wärmeplan erreicht werden:

- Definition des Ziels und seiner Erreichung, denn „ohne Ziel ist jeder Weg der Richtige“.
- Schnellstmögliche Planungssicherheit, sowohl auf der inhaltlichen Ebene als auch auf der juristisch-verwaltungstechnischen.

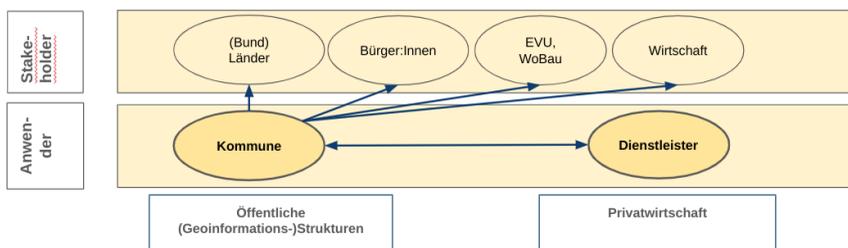
Das Wärmeplanungsgesetz trifft die öffentlichen Verwaltungen, bzw. die planungsverantwortlichen Stellen mitten in ihren Umsetzungsprozessen von Digitalisierung, Demografischer Wandel und Anpassung an den Klimawandel/Energietransformation. Insgesamt bietet die Wärmewende allen Akteuren neben den Transformationsherausforderungen auch Chancen, z.B. sich als führende Anbieter von nachhaltigen Wärmedienstleistungen zu positionieren, resiliente und preisstabile Energieversorgungssysteme zu etablieren und eine lokale bis regionale Wertschöpfung im Energiesektor umsetzen.

## **2 Erfolgsfaktoren der KWP**

### **2.1 Prozessorientiertes Projektmanagement**

Die Erarbeitung eines Kommunalen Wärmeplanes ist eine neue Aufgabe, für die es in der überwältigenden Mehrheit der Kommunalverwaltungen kein etabliertes Prozesswissen, personengebundene Erfahrung oder digitale Strukturen gibt. Eine Umsetzung erfolgt damit in der Regel als Projekt unter Beauftragung eines externen (privat- oder kommunal-)wirtschaftlichen Dienstleisters. Auch dieses „Wissen und Können“ ist aktuell noch stark begrenzt. Die Marktbeobachtung der Autoren geht von bundesweit 300 Organisationen aus, die entsprechende Qualifikationen anbieten können und etwa weiteren 300, die sich kurzfristig qualifizieren können. Eine aktuelle öffentliche Datenbank einer Bundesagentur listet 190 Anbieter (KWW2024).

In diesem Auftragsverhältnis verantwortet die Kommune damit vor allem die Projektleitung und Ergebnisverantwortung, der Dienstleister die fachliche Richtigkeit und das Beteiligungsmanagement.



**Abbildung 1: Für die Umsetzung einer KWP wird eine „klassische“ Akteurskonstellation angenommen**

Der verbleibende Gestaltungsspielraum von maximal 20 Jahren bis 2045 gibt eine intensive und konzentrierte Umsetzungsphase mit einem beständigen Austauschprozess zwischen der Verwaltung der Standortkommune und den Akteuren vor.

## 2.2 Planungsgrundlage Daten

Spätestens mit dem Beschluss zum Einstieg in die Wärmeplanung beginnt die Datenproblematik. Viele Daten liegen in Silos und sind nicht ohne weiteres bzw. kurzfristig verknüpfbar. Weiterhin ist es mit den Daten nur eines Akteurs, z.B. allein mit Verbrauchswerten, nicht getan. Natürlich ist jeder Akteur von der Qualität der eigenen Daten überzeugt und zweifelt gern auch die Güte der anderen Daten an.



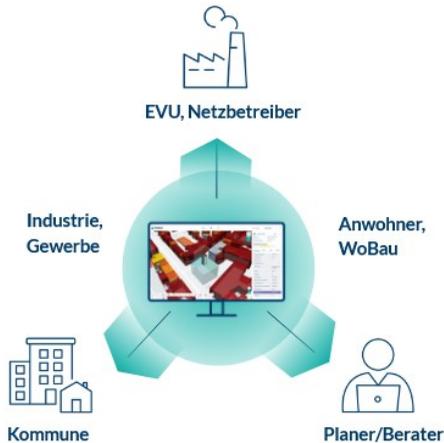
**Abbildung 2: Schematische Darstellung der wichtigsten übergeordneten Datenklassen. Die Einbindung in das Projekt ist über verschiedene Wege möglich**

Zwar gibt es für viele Datensilos bereits funktionierende Daten-Bypässe, mit denen ein Zwilling startbereit ausgeliefert werden kann. Dennoch liegen die Realdaten primär bei den Akteuren. Das Datenmodell und die Architektur des Zwillings müssen also Schnittstellen und Zyklen vorhalten, um diese einpflegen zu können, sobald ein Akteur bereit zur Kooperation bzw. inhaltlich-organisatorisch eingebunden wurde. Das System muss neue Daten sofort bilanzieren und Veränderungen für den Anwender aufbereiten.

## 2.3 Kommunikation und Informationsmanagement

Bei klassischer, projektorientierter Herangehensweise wird viel Zeit für die Datenerhebung benötigt und jede Beteiligungsrunde, jede weitere Iteration kostet enorm viel weitere Zeit. Dennoch muss dieser Aufwand aber betrieben werden, denn nicht nur die Gesetze verlangen es, sondern auch die Erfahrungen zu Akzeptanz, Qualität des Ergebnisses und der nachgeschalteten Umsetzungs-bereitschaft.

Nach Auffassung der Autoren ist eine qualitativ hochwertige Planungsleistung für die KWP unter den gegebenen zeitlichen Rahmenbedingungen nur mit klarem Rollenverständnis und einer zentralen Informations- und Arbeitsplattform zu bewältigen. Hieraus ergibt sich eine kooperative Kommunikationsstruktur für die Umsetzungen der KWP.



**Abbildung 3: Schematische Darstellung der Akteure einer KWP und ihre Anordnung in einer kooperativen Arbeitsumgebung mit zentraler Informations- und Arbeitsplattform**

## 3 Entwicklungsstand digitaler Informationsstrukturen

Eine der wichtigsten Grundlagen für die Ordnung und Organisation des digitalen Austausches von Geodaten stellt die INSPIRE-Richtlinie 2007/2/EG und ihre Umsetzung im Bund, den Bundesländern und den öffentlichen Verwaltungen dar (GDI-DE, 2024). In den nunmehr 17 Jahren seit Inkrafttreten wurden hier Standards für den öffentlichen Sektor gesetzt und weitestgehend etabliert.

Für die Privatwirtschaft stellt dies einen defacto-Standard für etablierte Prozesse, zum Beispiel in der Regionalplanung und Stadtentwicklung, dar, die jedoch bei neuen Anwendungsgebieten wie einem Kommunalen Wärmeplanung erst etabliert werden müssen. Im ersten Jahr einer grundsätzlichen Verpflichtung zur Durchführung einer KWP existieren bereits mehrere privat- und kommunalwirtschaftliche Anbieter. Der Markt insgesamt bietet eine große Varianz von Lösungen, die von „händisch + Excel + Ausdruck“ bis zu „vollautomatische KWP mit einem Klick“ reichen. Dazwischen existieren diverse Mischformen.

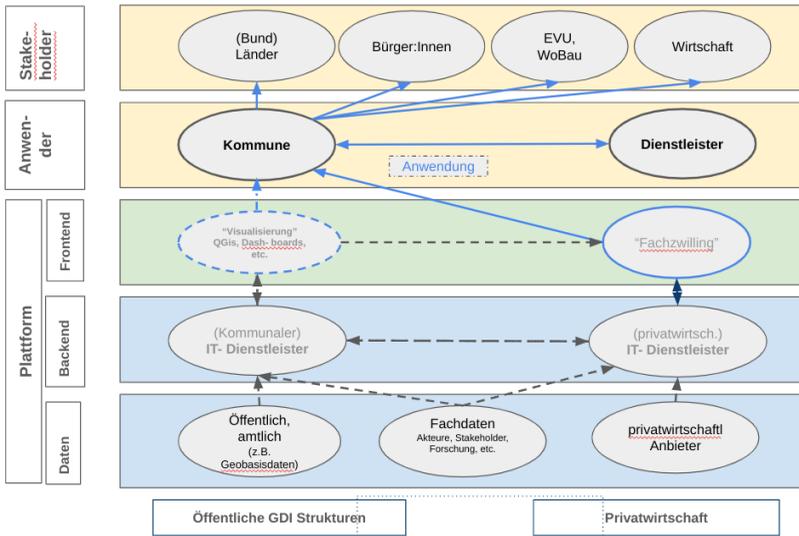
Demgegenüber stehen die Digitalisierungsprozesse der öffentlichen Verwaltungen. In einigen Großstädten befinden sich Pilotprojekte in der Erprobung und Entwicklung, Ergebnisse werden für die Jahre 2024 und 2025 erwartet (z.B. BMDV 2024). Die Mehrheit der Kommunalverwaltungen befindet sich mitten in der Umsetzung von Prozessdigitalisierung und Daten- und Transparenzvorgaben der Länder, des Bundes und der EU. Eine flächendeckende de-facto-Umsetzung von digitalen Zwillingen kann daher bestenfalls mittelfristig angenommen werden.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Maßgebliche Rahmenbedingungen der Kommunalen Wärmeplanung sind:

- Zeitdruck für die Erstellung der richtungsweisenden Pläne und deren Umsetzung
- begrenztes, da personengebundenes Wissen und Können
- Notwendigkeit der Prozessorientierung, da der Zielzustand und die Mittel für seine Erreichung „entlang des Weges“ genutzt und entwickelt werden müssen

Vor diesem Hintergrund stellt sich nach Auffassung der Autoren das bestmögliche System als eine Kombination aus öffentlichen und privaten Digitalstrukturen dar. Dieses System ermöglicht einen möglichst freien Datenaustausch gemäß den bestehenden und etablierten Standards und trennt per se diese Dienstleistung von der Beratungsdienstleistung, welche in den Prozessen der Kommunalen Wärmewende zu erbringen sind.



**Abbildung 4: Konzeptioneller Vorschlag, System lässt beide Wege zu, kombiniert (kommunale) OS-Strukturen und externe DL**

Hierdurch ist die Kombination von „Verwaltungsinternen Lösungen“, welche aktuell als eher langsam, in der Entwicklung befindlich, unausgereift bezeichnet werden dürfen mit „externen Lösungen der Privatwirtschaft“, deren Vorteile in der Geschwindigkeit der Entwicklung, Markterprobtheit und Anwendbarkeit liegen. Die Akzeptanz einer Zusammenführung ermöglicht darüber hinaus dem öffentlichen Sektor die weitere Entwicklung der Open Source und Transparenzbemühungen, zum Beispiel durch die Forcierung von Schnittstellenkonformität als wesentliche Bewertungselemente für die Erbringung von Dienstleistungen.

## Literatur

BMDV, Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2024), URL (besucht am 05.08.2024):

<https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/BIM-Projekte/digitale-zwillinge.html>

GDI-DE, Geodateninfrastruktur-Deutschland (2024), URL (besucht am 05.08.2024):

<https://www.gdi-de.org/INSPIRE>

KWW, Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (2024), URL (besucht am 05.08.2024):

<https://www.kww-halle.de/werkzeuge/kww-dienstleisterverzeichnis>

# **Geodateninfrastrukturen im Wandel**



# 20 Jahre GDI-MV

– Ein Blick zurück auf dem Weg nach vorn –

*Karen Langer*

Koordinierungsstelle für Geoinformationswesen im Landesamt für innere  
Verwaltung  
Karen.Langer@laiv-mv.de

**Abstract.** Die GDI-MV wurde in den letzten 20 Jahren durch viele Wegbegleiter ideenreich entwickelt und mit viel Weitblick gestaltet. Die umfangreichen Erfahrungen, die während dieser Zeit gemacht wurden, tragen dazu bei, die zukünftigen Herausforderungen anzunehmen und Schritt für Schritt weiterzugehen.

## 1 Von der Vision zur Realität

Vor über 20 Jahren gab es sowohl auf europäischer und bundesweiter Ebene als auch in Mecklenburg-Vorpommern bereits erste Ideen, Entwicklungen und Initiativen zum Geodatenmanagement und zu Geodateninfrastrukturen (Kleinfeldt, 2005). Das Jahr 2004 ist jedoch das Jahr gewesen, in dem die Geodateninfrastruktur M-V (GDI-MV) konkret und fassbar wurde. Mit dem Masterplan – eGovernment-Strategie der Landesregierung M-V und dem Leitbild zum Aufbau einer Geodateninfrastruktur in M-V (IMA GDM M-V, 2004) wurde ein Pfad eingeschlagen, der bis heute zur Digitalisierung der Verwaltung führt und wesentlich dazu beigetragen hat, dass Bürger, Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft einen einfachen Zugang zu Geodaten erhalten und diese auf einfache Weise nutzen können.

Der heutige Stand zeigt, dass aus dem Pfad ein breiter Weg geworden ist. Die GDI-MV reiht sich ein in die ineinandergreifenden Geodateninfrastrukturen INSPIRE, GDI-DE und die lokalen GDI. Es bestehen etablierte technische Standards, bewährte organisatorische Strukturen und anwendungsfreundliche technische Komponenten.

## 2 Die Entwicklung der GDI-MV

Zu Beginn ging es beim Aufbau der GDI-MV um die schrittweise Umsetzung einzelner Maßnahmepakete. Dazu gehörte die Einrichtung des Geodatenportals und weiterer technischer Komponenten, die Integration von Fachdaten sowie die Entwicklung von Workflows von der Erfassung bis zur automatisierten Bereitstellung (Zehner, 2009). Die Freischaltung der ersten Ausbaustufe des Geodatenportals mit dem Geodatenviewer GAIA-MV und dem zentralen Metadateninformationssystem GeoMIS.MV erfolgte im Juli 2005 unter dem Namen GeoPortal.MV im Intranet der Landesverwaltung (CN-Lavine). Im März 2006 wurde das GeoPortal.MV dann im Internet freigeschaltet (siehe Abbildung 1) (Klisch, 2016).



**Abbildung 1: Screenshot des Geodatenportals GeoPortal.MV aus dem Jahr 2006, Quelle: LAiV**

In den darauffolgenden Jahren wurden das GeoPortal.MV und die weiteren zentralen technischen Komponenten kontinuierlich weiterentwickelt. Immer mit dem Ziel, dass die Komponenten durch möglichst viele Akteure der GDI-MV genutzt werden können, um ihre Geodaten, Metadaten, Geowebdienste und Geofachanwendungen sicher und nach den gültigen technischen Standards zu erheben, zu verarbeiten und bereitzustellen.

Mit dem heutigen Stand bestehen die zentralen technischen Komponenten der GDI-MV aus dem Geodatenportal GeoPortal.MV, dem Metadateninformationssystem GeoMIS.MV, den Geodatenviewern GAIA-MVlight und GAIA-MVprofessional, dem GeoLab.MV, dem GeoDatacenter.MV zur Datenübergabe, dem Geokodierungsdienst GeoCoding.MV, der Orts- und Themensuche sowie

---

der Nutzer- und Rechteverwaltung. Der Betrieb und die Weiterentwicklung der zentralen technischen Komponenten der GDI-MV wird gesteuert durch die Koordinierungsstelle für Geoinformationswesen im Landesamt für innere Verwaltung (LAIv). Die technische Umsetzung und Pflege erfolgt durch das Datenverarbeitungszentrum (DVZ) M-V GmbH als technische Betriebsstelle der GDI-MV.

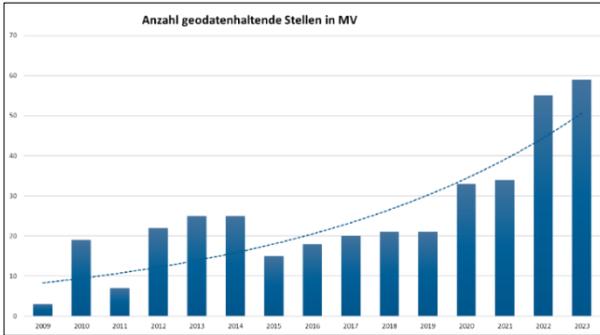
Prägend für den Aufbau der technischen und organisatorischen Strukturen waren sowohl die Anforderungen der INSPIRE-Richtlinie als auch die Vereinbarungen innerhalb der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE). Mit den INSPIRE-Vorgaben zur Schaffung der europäischen Geodateninfrastruktur gingen hohe Anforderungen an die Entwicklung von technischen Komponenten und die Anwendung neuer Technologien einher. Dies stellte für viele Akteure, insbesondere die Datenanbieter, eine große Herausforderung dar. INSPIRE war und ist mit seinen rechtlichen Verpflichtungen zur Standardisierung und Interoperabilität zugleich eine treibende Kraft bei der positiven Entwicklung der GDI-MV. Rückblickend lässt sich feststellen, dass sich die Anstrengungen und Investitionen gelohnt haben. Durch die standardisierte Erfassung und automatisierte Auswertung von Metadaten ist das Geodatenangebot transparent recherchier- und auffindbar. Der Zugang zu Geodaten wurde durch die frei zugänglichen Geodatenportale für jeden stark vereinfacht. Die Bereitstellung von Darstellungs- und Downloaddiensten hat zu einem selbstbestimmten und flexiblen Abruf und zur Weiternutzung von Geodaten geführt. Das Angebot von bedienerfreundlichen Geodatenviewern bzw. Web-GIS hat die Nutzung digitaler Karten stark verbreitet und wird mittlerweile als selbstverständlich wahrgenommen.

Die Anzahl der Geodatenanbieter sowie die Anzahl der Nutzer hat sich in den letzten 20 Jahren stetig erhöht. Belastbare Zahlen dazu lassen sich aus dem jährlichen INSPIRE-Monitoring ableiten, das seit 2009 durchgeführt wird. Ausgewählte Indikatoren beziehungsweise Auswerteergebnisse dazu werden regelmäßig im Wiki der GDI-MV veröffentlicht<sup>1</sup>. Einschränkend muss jedoch gesagt werden, dass das INSPIRE-Monitoring nur mit den Metadaten durchgeführt wird, die das Schlüsselwort „inspireidentifiziert“ enthalten. Es ist also von einer höheren Anzahl an geodatenhaltenden Stellen, Metadaten und Geowebdiensten auszugehen. Im ersten INSPIRE-Monitoring im Jahr 2009 wurden lediglich 3 geodatenhaltende Stellen für M-V gemeldet. Im INSPIRE-Monitoring 2023 sind es 59 geodatenhaltende Stellen (siehe Abbildung 2). Zu den geodatenhaltenden Stellen zählen zum einen große Landesbehörden, wie

---

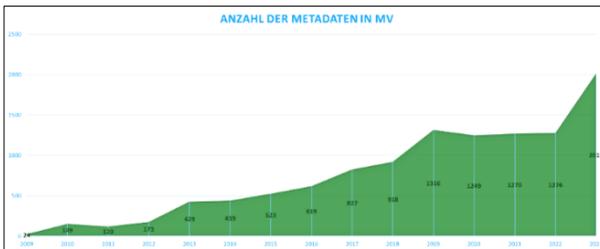
<sup>1</sup> URL: Wiki GDI-MV <https://wiki.gdi-de.org/display/GDIM/Monitoring+in+M-V>

beispielsweise das LAiV oder das LUNG, welche sehr viele Geodaten bereitstellen. Zum anderen werden Geodaten auch durch einzelne Ministerien, kommunale Behörden oder auch durch Ämter und Gemeinden über IT-Dienstleister veröffentlicht.



**Abbildung 2: Diagramm zur Anzahl der Geodatenanbieter aus dem INSPIRE-Monitoring 2009-2023**

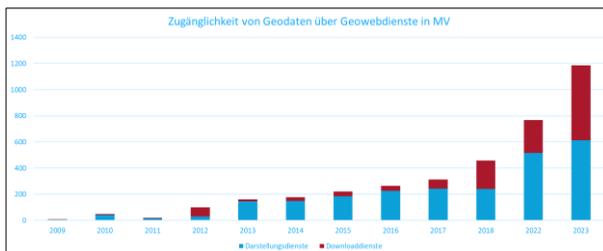
Auch die Anzahl der Metadaten und Geowebdienste ist stark gestiegen. Im Jahr 2009 wurden für die GDI-MV 24 Metadaten im INSPIRE-Monitoring für M-V erfasst. Im INSPIRE-Monitoring 2023 waren es 2015 (siehe Abbildung 3).



**Abbildung 3: Diagramm zur Anzahl der Metadaten aus dem INSPIRE-Monitoring 2009-2023**

Die Bereitstellung von Geowebdiensten entwickelte sich Stück für Stück. Obwohl bereits seit 2013 für einen Geodatenatz sowohl die Bereitstellung von Darstellungsdiensten als auch Downloaddiensten vorgeschrieben war, wurden zunächst überwiegend Darstellungsdienste bereitgestellt (siehe Abbildung 4). Mittlerweile

stehen den Nutzenden ca. 72 % aller Geodatensätze über Darstellungs- und Downloaddienste bereit.<sup>2</sup>



**Abbildung 4: Diagramm zur Zugänglichkeit von Geodaten über Geowebdienste aus dem INSPIRE-Monitoring 2009-2023, für die Jahre 2019-2021 liegen aufgrund der Umstellung auf das automatisierte Monitoring keine Werte vor**

Die Erfassung und Darstellung der Anzahl der Nutzer der GDI-MV ist in einer frei zugänglichen und dezentral organisierten Geodateninfrastruktur nicht vorgesehen. Um einen Eindruck über die steigenden Nutzerzahlen zu erhalten, kann behelfsweise die Statistik über die Abrufzahlen der Geowebdienste über das GeoPortal.MV herangezogen werden (siehe Abbildung 5). Seit Aufnahme des Produktionsbetriebs im Jahr 2006 wurden die Geowebdienste mehrere Hundertmillionen Mal aufgerufen.



**Abbildung 5: Diagramm über die Abrufzahlen aller über das GeoPortal.MV zugänglichen öffentlichen und nicht-öffentlichen WMS-, WFS- und CSW-Dienste, Quelle: GeoPortal.MV, Abruf am 03.07.2024**

<sup>2</sup> Indikatorwert NSi2 aus der Monitoring-Prognose für M-V, <https://wiki.gdi-de.org/display/GDIM/Berichtsjahr+2023>

### 3 Erfahrungen

Viele der anfangs gesteckten Ziele konnten erreicht werden. Die Nutzung von Geodaten als Planungs- und Entscheidungsgrundlage wurde vorangetrieben, der Zugang zu Geodaten über das GeoPortal.MV in Verbindung mit dem Metadateninformationssystem ermöglicht sowie der Datenaustausch zwischen verschiedenen Stellen vereinfacht. Viel bedeutender als der Abgleich der Ziele ist jedoch der Blick auf die gemachten Erfahrungen. Die Umsetzung von Maßnahmen erfolgte immer Schritt für Schritt. Jeder Schritt ging dabei einher mit Überlegungen zu den Varianten, positiven und negativen Auswirkungen und Chancen, wobei vieles nicht vorhersehbar war.

Oft mussten Kompromisse eingegangen werden, insbesondere bei der Umsetzung der zentralen technischen Komponenten der GDI-MV. Durch die anhaltend steigenden Nutzerzahlen wurde die Rechenleistung der Infrastruktur erhöht und virtualisiert sowie Load-Balancing etabliert, um die Ausfallsicherheit zu erhöhen. Weitere Herausforderungen wie eine schlechte Netzanbindung, unzureichend konkrete Regelungen in den Standards, eine mangelhafte Aufbereitung von Primärdaten oder auch eine schlechte Datenkompatibilität erforderten einfallsreiche Lösungen, wie die aktive Weiterentwicklung und Anpassung der Dienste-Software sowie die spezifische Aufbereitung der Daten oder auch das Zwischenspeichern von kaskadierenden Diensten (Kofahl, Zehner, 2011).

Ein weiteres Problem in der GDI-MV war und ist die Suche nach Geodaten. Zwar stehen heutzutage zahlreiche mit Metadaten beschriebene Geodaten bereit, dieser Bestand musste aber erst aufgebaut werden. Um die verschiedenen Quellen, die Geodaten zu Beginn der Entwicklung der GDI beschrieben haben, einzusammeln und eine themenübergreifende und gezielte Suche zu ermöglichen, wurde 2014 für die Orts- und Themensuche im GeoPortal.MV ein Index aufgebaut und implementiert (Nash, 2014). Seither wird die Orts- und Themensuche optimiert und seit 2021 der Geokodierungsdienst GeoCoding.MV als Open API-Schnittstelle bereitgestellt (Langer, 2022). Aktuell wird die Ergebnisanzeige der Suche umfassend weiterentwickelt und mit Filtermöglichkeiten ergänzt, um die Nutzerfreundlichkeit zu erhöhen und insbesondere die Suchanfragen von fachfremden Nutzern zu erleichtern.

Die Herausforderungen, die die Umsetzung der INSPIRE-Anforderungen mit sich brachte, waren enorm. Neben dem straffen Zeitplan gab es zahlreiche Hürden, wie ungeeignete Werkzeuge für die aufwändigen Datentransformationen, die geforderte hohe Aktualität und große Datenmengen (Langer, Nash, 2019). Angegangen wurden die Probleme durch kreative Ansätze auf Basis eines gut funktionierenden Netzwerkes innerhalb der

Geodateninfrastrukturen. Durch das Teilen von Wissen, den Austausch von Erfahrungen und die gemeinsame Entwicklung von Ideen konnten in Arbeitsgruppen oder auch Implementierungspartnerschaften Lösungen erarbeitet und neue Projekte angestoßen werden.

Aus all diesen technischen Komponenten, Organisationsstrukturen und Erfahrungen ist ein stabiles und dennoch flexibles System entstanden, das viel Spielraum für zukünftige Weiterentwicklungen lässt.

## **4 Wohin führt der Weg?**

Der anfängliche Fokus auf den Aufbau der GDI-MV darf jedoch nicht den Eindruck vermitteln, dass es einen Zeitpunkt gäbe, an dem man fertig wäre. Die GDI-MV ist ein grundlegender Bestandteil des eGovernments und stellt einen Prozess dar, der kontinuierlich weitergeführt werden muss und wird.

Die europäische Datenstrategie sieht die Entwicklung gemeinsamer europäischer Datenräume vor, wie den Datenraum für den europäischen Green Deal. Vor diesem Hintergrund werden auch bestehende Vorschriften wie die INSPIRE-Richtlinie aktualisiert und weiterentwickelt.

Entwicklungen gibt es auch bei den technischen Standards, zum Beispiel zu den Geowebdiensten. Durch das OGC werden modernere Standards zu Darstellungs- und Downloaddiensten veröffentlicht, sodass die älteren Schnittstellen-Standards wie WMS und WFS ersetzt werden.

Auch die sich rasch verändernden Nutzerbedürfnisse müssen bei der weiteren Gestaltung der GDI-MV beachtet werden. Durch die fortschreitende Digitalisierung in Gesellschaft und Verwaltung werden weitere Nutzergruppen erschlossen, die jedoch abweichende Herangehensweisen an die Suche und Nutzung von Geodaten haben. Dies hat zur Folge, dass eine nutzerfreundlichere Kommunikation sowie leicht verständliche Werkzeuge und barrierearme Portale benötigt werden.

Ein Beispiel dafür ist das GeoLab.MV<sup>3</sup>, welches seit 2022 als Geoportal für Schüler und Lehrende bereitgestellt und kontinuierlich weiterentwickelt wird. Ziel ist es, den Einsatz von interaktiven Karten und digitalen Werkzeugen im Schulunterricht zu fördern. Das GeoLab.MV bietet dabei einen einfachen und

---

<sup>3</sup> <https://www.geolab-mv.de/>

kostenfreien Zugang zu digitalen Karten und Geodaten. Anhand von speziell erstellten Aufgaben wird Schülern verschiedener Klassenstufen sowie der Berufsschulen der Einsatz von Geodaten praxisnah nähergebracht. Lehrenden bietet GeoLab.MV die Möglichkeit, Aufgaben aus verschiedenen Fachgebieten sowie digitale Wandkarten für den Unterricht zu nutzen (Langer, 2021).

Der souveräne Umgang mit digitalen Karten und digitalen Geo-Werkzeugen sind Grundkompetenzen, die sowohl im Berufsalltag benötigt werden als auch im Alltag eines jeden Bürgers, zum Beispiel bei der Beantragung von Verwaltungsdienstleistungen. Daher ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung der zentralen technischen Komponenten sowie die Intensivierung und Förderung des Netzwerkes der Akteure der GDI-MV wichtig, um weiterhin den Austausch und die einfache Anwendung von Geodaten zu ermöglichen. Strategische Grundlage einer zukunftsorientierten Entwicklung wird dabei die Nationale Geoinformationsstrategie (NGIS 2.0) der GDI-DE sein, die Anfang 2024 durch das Lenkungs-gremium der GDI-DE beschlossen wurde.

## Literatur

- Interministerieller Ausschuss Geodaten-Management Mecklenburg-Vorpommern (IMA GDM M-V, 2004): Leitbild zum Aufbau einer Geodateninfrastruktur in M-V, 15.07.2004, URL (besucht am 05.08.2024):  
<https://www.laiv-mv.de/serviceassistent/download?id=1607683>
- Kleinfeldt, C. (2005): Aufbau einer Geodateninfrastruktur in Mecklenburg-Vorpommern. Tagungsband zum GeoForum MV 2005, URL (besucht am 05.08.2024):  
[https://archiv.geomv.de/geoforum/2005/dokumente/Forum\\_Tagungsband.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2005/dokumente/Forum_Tagungsband.pdf)
- Klisch, M. (2006): Einrichtung und Betrieb eines Geodatenportals Mecklenburg-Vorpommern. Tagungsband zum GeoForum MV 2006, URL (besucht am 05.08.2024):  
[https://archiv.geomv.de/geoforum/2006/beitraege/7\\_03\\_GeoportalMV.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2006/beitraege/7_03_GeoportalMV.pdf)
- Klisch, M. (2016): Die Geodateninfrastruktur Mecklenburg-Vorpommern (GDI-MV). In: 25 Jahre Landesvermessung für Mecklenburg-Vorpommern - Geodaten im Wandel, herausgegeben anlässlich der Dienstberatung des Amtes für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen im Landesamt für innere Verwaltung, 2016, interne Druckausgabe
- Kofahl, M., Zehner, M. (2011): Sand im Getriebe - Ecken und Kanten einer Geodateninfrastruktur, die es zu überwinden gilt. Tagungsband zum GeoForum MV 2011, URL (besucht am 05.08.2024):  
[https://archiv.geomv.de/geoforum/2011/presentationen/09\\_Kofahl\\_Sandim-GetriebeeinerGDI\\_GeoForumMV2011.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2011/presentationen/09_Kofahl_Sandim-GetriebeeinerGDI_GeoForumMV2011.pdf)
- Langer, K., Nash, E. (2019): Der holprige Weg zu INSPIRE: Herausforderungen und Erfahrungen der Umsetzung interoperabler INSPIRE-Dienste für die Geobasisdaten. Tagungsband zum GeoForum MV 2019, URL (besucht am 05.08.2024):

---

[https://archiv.geomv.de/geoforum/2019/doc/Tagungsband\\_GeoForum-MV-2019\\_eBook.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2019/doc/Tagungsband_GeoForum-MV-2019_eBook.pdf)

Langer, K. (2021): GeoLab.MV – Wie bastelt man ein Geo-Portal für Schüler und Lehrer? Tagungsband zum GeoForum MV 2021, URL (besucht am 05.08.2024):

[https://archiv.geomv.de/geoforum/2021/doc/Tagungsband\\_GeoForum-MV-2021\\_eBook.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2021/doc/Tagungsband_GeoForum-MV-2021_eBook.pdf)

Langer, K. (2022): GeoCoding.MV - Von der Ortssuche zur Geokodierung für smarte Anwendungen. Tagungsband zum GeoForum MV 2022, URL (besucht am 05.08.2024):

[https://archiv.geomv.de/geoforum/2022/doc/Tagungsband\\_GeoForum-MV-2022\\_eBook.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2022/doc/Tagungsband_GeoForum-MV-2022_eBook.pdf)

Nash, E. (2014): Wer sucht, der findet – die zentrale vernetzte Suche für Geodaten in M-V als Teil des GeoPortal.MV. Tagungsband zum GeoForum MV 2014, URL (besucht am 05.08.2024):

[https://archiv.geomv.de/geoforum/2014/presentationen/22\\_Nash.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2014/presentationen/22_Nash.pdf)

Zehner, M.L. (2009): Integrierte Geofachdaten im Webangebot der Landesbehörden in M-V. Tagungsband zum GeoForum MV 2009, URL (besucht am 05.08.2024):

[https://archiv.geomv.de/geoforum/2009/presentationen/D3\\_GeodatenCMS\\_Zehner.pdf](https://archiv.geomv.de/geoforum/2009/presentationen/D3_GeodatenCMS_Zehner.pdf)



# Kartenportal Umwelt MV – quo vadis?

*Inka Tauber, Dr. Sascha Klonus*

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern  
inka.tauber@lung.mv-regierung.de, sascha.klonus@lung.mv-regierung.de

**Abstract.** Das Kartenportal Umwelt MV stellt seit fast zwei Jahrzehnten eine Vielzahl von Umweltkarten und -daten des Landes Mecklenburg-Vorpommern für die Öffentlichkeit und für Fachnutzer zur Verfügung. In den letzten Jahren wurde jedoch immer deutlicher, dass das Kartenportal Umwelt MV aktuellen Anforderungen nicht mehr gerecht wird und eine Modernisierung unumgänglich ist. Bei der Neukonzipierung waren sowohl die Bedürfnisse der Kartenportal-Nutzer als auch die Perspektive der Kartenportal-Redakteure zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund wurden am Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) MV in einem mehrstufigen Prozess neue Softwarekomponenten ausgewählt. Als Ergebnis ist ein modernes und deutlich nutzerfreundlicheres Umweltportal entstanden. Die Integration in eine weltweite Community und in eine Partnerschaft öffentlicher Verwaltungen Deutschlands verspricht auch auf mittlere und lange Sicht eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Portals auf hohem Niveau.

## 1 Historie und Status quo

### 1.1 Entstehung und Technologien

Das Kartenportal Umwelt MV<sup>1</sup> ist die landesspezifische Variante des Projektes „Digitaler Umweltatlas“, eines durch Schleswig-Holstein initiierten und in einer Länderkooperation mit Mecklenburg-Vorpommern und Rheinland-Pfalz seit 2006 gemeinsam weiterentwickelten Umweltportals. Damit konnte den Anforderungen des im Jahr 2005 in Kraft getretenen Umweltinformationsgesetzes entsprochen werden, das eine aktive und systematische Bereitstellung von Umweltinformationen fordert. Nach Abschluss umfangreicher

---

<sup>1</sup> <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/>

interner Vorarbeiten wurde die Anwendung im Juni 2007 unter dem Namen „Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern“ im Internet freigeschaltet.

Technologisch basiert das Kartenportal serverseitig auf Apache, dem (damaligen UMN-)MapServer mit MapScript sowie PHP. Die auf diese Weise erzeugten Karten sowie ergänzende Komponenten (Themenbaum, Legende, Tools) werden im Geowebclient mit Hilfe von Javascript und HTML interaktiv nutzbar dargestellt. Der Technologiestack hat sich als gute Wahl erwiesen und über die enorm lange Laufzeit des Kartenportals einen sehr stabilen Betrieb ermöglicht. Für die Redakteure gibt es eine – sehr komplexe – Administrationsanwendung, die mit der stetig steigenden Anzahl von Themen zu einer immer größeren Herausforderung geworden ist.

## **1.2 Inhalte und Funktionalitäten**

Das inhaltliche Angebot des Kartenportals repräsentiert mit seinen mehr als 800 Themen alle geodatenhaltenden Fachgebiete des LUNG mit unterschiedlichen Anteilen: Naturschutz und Landschaftsplanung (45 %), Wasser (15 %), Geologie und Boden (22 %) sowie Immissionsschutz und Abfallwirtschaft (4 %). Ergänzend sind ausgewählte sonstige Themen aus den Bereichen Landwirtschaft, Forst und Landesentwicklung sowie Geobasisthemen wie topographische Karten und Luftbilder (insgesamt 14 % Sonstiges) enthalten.

Zusätzlich zum zentralen Kartenportal Umwelt MV werden mehrere Themenportale angeboten. Diese enthalten entweder Auszüge mit einigen wenigen Themen in einer übersichtlichen Arbeitsumgebung (z. B. Geothermie-Portal) oder zusätzliche Daten zu sehr spezifischen Fragestellungen für Experten (z. B. Portal zur Gutachtlichen Landschaftsrahmenplanung).

Die Aktualisierungszyklen der Daten sind sehr unterschiedlich. Sie reichen von unregelmäßigen, kurzen Abständen direkt nach erfolgten Datenanpassungen über halbjährliche und jährliche Intervalle, an mehrjährige Berichtszyklen gekoppelte Veröffentlichungen bis hin zu Aktualisierungszeiträumen von zehn und mehr Jahren bei den geologischen Daten. Das Datum der jeweils letzten Aktualisierung ist aus den Metadaten der Geodaten ersichtlich.

Jedem Kartenportalnutzer stehen die in Geoportalen üblichen Werkzeuge zum Visualisieren und Navigieren, zur Anzeige von Objektinformationen und Metadaten sowie zum Daten-Download zur Verfügung. Für ausgewählte Themen sind zusätzliche Darstellungen abrufbar. Beispiele sind die ausführlichen Geotopbögen oder digitale Schichtenverzeichnisse mit Bohrsäulengrafiken für die Bohrungen des Landesbohrdatenspeichers. Registrierte Nutzer können einen

größeren Funktionsumfang nutzen, z. B. zur Abfrage von Themen. Allerdings ist die Nutzeroberfläche nicht mehr zeitgemäß, insbesondere die mangelnde Responsivität und die aus heutiger Sicht umständliche Handhabung verhindern ein effektives Arbeiten mit dem Portal.

### **1.3 Schwerpunkt Geodateninfrastruktur**

Ganz entscheidend ist mittlerweile die Bereitstellung von Geoinformationen über Geodatendienste auf der Basis der Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC). Auf diese Weise können die Karten und Daten des Kartenportals Umwelt MV direkt in Webapplikationen und Desktopanwendungen eingebunden, betrachtet und analysiert werden. Diese vielfältige Vernetzung ermöglicht eine hohe Reichweite und eine weite Verbreitung aktueller Informationen sowie eine Vielzahl verschiedenster Nutzungsszenarien.

Das Kartenportal Umwelt MV bietet seit 2008 dienstebasiert Geoinformationen an. Gegenwärtig stehen ca. 500 Themen in 26 Darstellungs- und 25 Download-Diensten frei zur Verfügung. Die Dienste sind in andere Portale wie z. B. das GeoPortal.MV eingebunden und werden zudem durch geodatenverarbeitende Firmen, Behörden, Forschungseinrichtungen und Privatpersonen genutzt. Seit Jahresbeginn 2024 liegt die Anzahl der monatlichen WMS-Aufrufe kontinuierlich bei mehr als 2 Millionen.

Über seine Funktion als Server hinaus fungiert das Kartenportal Umwelt MV auch als Client und bindet etwa 60 externe WMS-Themen ein. Einen hohen Anteil daran haben die Geobasisdaten der GDI-MV, die das Landesamt für innere Verwaltung bereitstellt.

Der Metadatenkatalog MetaVer<sup>2</sup> enthält die zu den Geodaten und Geodatendiensten des Kartenportals Umwelt MV zugehörigen Metadaten. MetaVer wird auf der Basis einer länderübergreifenden Kooperation betrieben.

### **1.4 Bilanz**

Das Kartenportal Umwelt MV präsentiert seit 17 Jahren ein breites Spektrum an Geoinformationen aus allen geodatenhaltenden Fachbereichen des LUNG. Zusätzlich zur interaktiven Webanwendung bietet das Kartenportal Umwelt MV das Gros der Fachdaten auch in Form von Geodatendiensten an.

---

<sup>2</sup> <https://metaver.de>

Die Zugriffszahlen – 2024 werden voraussichtlich mehr als 25 Millionen WMS-Zugriffe erreicht – belegen die hohe Relevanz der Geoinformationen des LUNG deutlich, allerdings sind mittlerweile weder die Webanwendung noch die Administrationssoftware zeitgemäß.

## **2 Modernisierung**

### **2.1 Ziele, Herausforderungen und grundlegende Strategien**

Die Ziele des Projektes „Leuchtturm Kartenportal Umwelt MV“ bestanden darin, zum einen ein modernes, responsives, intuitiv bedienbares, leistungsfähiges und damit attraktives Kartenportal Umwelt MV sowie andererseits einen komfortablen und effizienten Administrations-Workflow zu erschaffen. Die besondere Herausforderung bestand darin, dass für das Projekt weder zusätzliche finanzielle noch personelle Ressourcen verfügbar waren, so dass alle notwendigen Arbeiten intern und parallel zum laufenden Betrieb bewältigt werden mussten.

Um eine möglichst hohe interne und externe Akzeptanz der Ergebnisse zu erhalten, wurden durch das federführende IT-Dezernat alle anderen Stakeholder – die Amtsleitung, die Fachbereiche sowie Mitarbeiter der allgemeinen Abteilung stellvertretend für die Öffentlichkeit (den Normalanwender) – von Anfang an aktiv einbezogen.

Eine entscheidende grundlegende Anforderung an den Softwarestack bestand darin, dass er die Erstellung und die Pflege der Kartenportal-Inhalte in Eigenregie des LUNG ermöglichen musste. Präferiert wurde Open Source Software – in Verbindung mit der Strategie, die Weiterentwicklung von eingesetzten Open-Source-Komponenten zu unterstützen.

### **2.2 Auswahlprozess**

Der Auswahlprozess fand von März 2020 bis September 2022 statt und setzte sich aus einer Fragebogenaktion, zehn Workshops sowie Softwaretests zusammen. Auf den Projekt-Workshops mit allen Beteiligten wurde der jeweils aktuelle Umsetzungsstand präsentiert und diskutiert sowie Entscheidungen zum weiteren Vorgehen getroffen. Die Praxis-Workshops vermittelten den Kartenportal-Redakteuren der Fachbereiche die Handhabung der ausgewählten Testsoftware.

Für eine Übersicht über die Anforderungen und Prioritäten wurden zunächst eine Bestandsaufnahme zum bisherigen und eine Ideensammlung zum neuen

Kartenportal durchgeführt. Dabei wurde u. a. nach fachlichen Inhalten, nach Aktualisierungszyklen und -routinen sowie nach Standard- und Zusatzfunktionalitäten gefragt, wobei nach der internen (Einschätzung der Mitarbeitenden) und der externen (Rückmeldungen von Fachnutzern) Sicht unterschieden wurde. Bei den Ideen zur Weiterentwicklung konnten gelungene Beispielanwendungen anderer Umweltportale benannt werden. Um ein möglichst umfassendes und differenziertes Bild zu erhalten, erfolgte die Befragung auf Dezernatsebene unter Einbeziehung von 23 Dezernaten.

Anschließend wurde eine Vorauswahl potenziell geeigneter Software getroffen. Für die Komponente GIS-Server waren dies der MapServer<sup>3</sup> und der QGIS-Server, wobei der Fokus von Beginn an auf dem QGIS-Server lag. Durch dessen enge Verzahnung mit QGIS bietet sich eine Reihe von Vorteilen, allen voran die Synergie-Effekte durch die Nutzung einer aus dem GIS-Alltag im LUNG vertrauten Software, die noch dazu eine sehr komfortable Arbeitsumgebung für die Aufbereitung der GIS-Layer und vielfältige Möglichkeiten der Symbolisierung bietet.

In Bezug auf die Geowebclients wurde durch Recherchen sowie Tests öffentlich zugänglicher Portale aus der großen Vielzahl eine Vorauswahl der sechs Systeme GeoAdmin3, Mapbender, QWC2, Masterportal, GAIA-MV, kvwmap, map.apps und Cadenza getroffen. Für diese wurden die Vor- und Nachteile in Bezug auf die Anforderungen des LUNG gegenübergestellt. Im Ergebnis dieses Vergleichs wurden die Clients Mapbender, QWC2 und Masterportal installiert, um die Workflows und die Ergebnis-Portale anhand eigener Daten testen zu können.

## 2.3 Ergebnis

Der GIS-Server QGIS Server in Verbindung mit dem Desktop-GIS QGIS<sup>4</sup> sowie der Geowebclient Masterportal<sup>5</sup> haben das LUNG am meisten überzeugt.

QGIS macht es möglich, den Prozess der Veröffentlichung der Geodaten auf viele Schultern zu verteilen: GIS-Bearbeiter (erstellen QGIS-Layer), Kartenportal-Redakteure (erzeugen QGIS-Projekte) sowie IT-Dezernat/GIS-Management (stellen Software bereit, koordinieren und unterstützen die Fachbereiche).

In Bezug auf das Masterportal wurden die ansprechende und leistungsfähige Software in Verbindung mit den kurzen Weiterentwicklungszyklen (monatliche

---

<sup>3</sup> <https://mapserver.org>

<sup>4</sup> <https://qgis.org>

<sup>5</sup> <https://masterportal.org>

Minor-Releases) sehr positiv bewertet. Entscheidend war zudem das Konzept der Implementierungspartnerschaft<sup>6</sup>, in der momentan mehr als 40 Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung unter der Federführung der Freien und Hansestadt Hamburg gemeinsam an der Weiterentwicklung des Masterportals arbeiten.

Aufbauend auf diesen Entscheidungen trat das LUNG Anfang 2023 der Implementierungspartnerschaft Masterportal bei. Für das Masterportal-Administrationstool und den QGIS-Server mit QGIS wurden erste Weiterentwicklungen beauftragt. Als Pilotanwendung entstand das Themenportal Lärm<sup>7</sup>, das im Sommer 2024 freigeschaltet wurde. Nachfolgend werden sukzessive alle Themenbereiche des Kartenportals migriert.

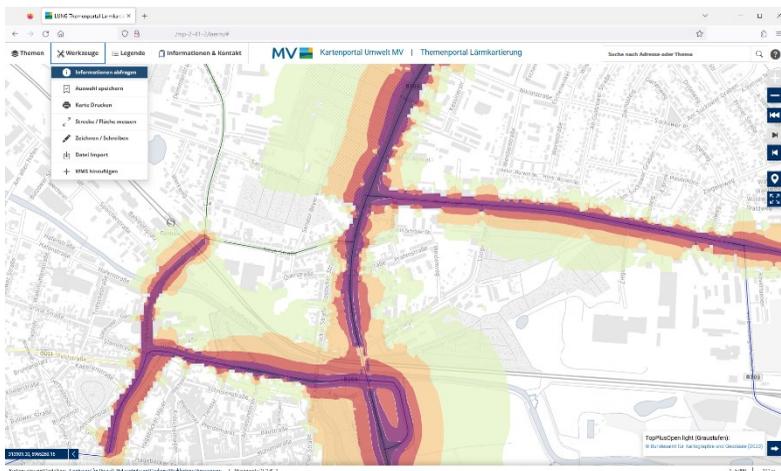


Abbildung 1: Arbeitsstand des Themenportals Lärm Anfang 2024

### 3 Fazit und Perspektive

Das Kartenportal Umwelt MV hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten zur unverzichtbaren, zentralen Komponente der Geodateninfrastruktur der staatlichen Umweltverwaltung Mecklenburg-Vorpommerns entwickelt.

<sup>6</sup> <https://www.masterportal.org/partnerschaft/>

<sup>7</sup> <https://umweltportal.mv-regierung.de/portale/laerm/>

Nach 17 Jahren war jedoch eine grundlegende Erneuerung des Kartenportals Umwelt MV und des internen Workflows unumgänglich. Im Sommer 2024 wurde das Themenportal Lärm als Pilotanwendung des modernisierten Kartenportals veröffentlicht. Bis zum Jahresende soll das gesamte Spektrum der Kartenportal-Themen des LUNG folgen.

Durch das Engagement in der QGIS- und QGIS-Server-Community und die Mitgliedschaft in der Implementierungspartnerschaft Masterportal leistet das LUNG einen aktiven Beitrag zur Weiterentwicklung dieser Geoportal-Technologien. Die gewählten Softwarekomponenten legen mit ihrer hohen Zukunftsfähigkeit eine solide Basis dafür, dass es dem neuen Kartenportal Umwelt MV auch mittel- und langfristig gelingen wird, am Puls der Zeit zu bleiben.



# SVDB-Portal – Öffentlicher Zugang zur Seevermessungsdatenbank beim Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

*Mirko Bothe<sup>1</sup>, Patrick Westfeld<sup>1</sup> und Frank Sellerhoff<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Referat F&E in Hydrographie  
und Geodäsie, seevermessung-entwicklung@bsh.de

<sup>2</sup>smile consult GmbH, info@smileconsult.de

**Abstract.** Die vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) erhobenen Vermessungsdaten des Meeresbodens sind für die Öffentlichkeit bisher nur in einer festen Auflösung und über individuelle Anfragen erhältlich. Um zukünftig einen flexiblen und insbesondere interpretationsfreien Zugriff auf die Datenbestände der Seevermessungsdatenbank (SVDB) des BSH zu ermöglichen, wurde im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „UnDaWatA (Unstructured Data – Webservices and Technical Analysis) – Entwicklung einer Serviceumgebung für das Management unstrukturierter Geodaten am Beispiel Bathymetrie“ ein prototypischer Dienst für die Datenbereitstellung entwickelt. Im Beitrag wird das Projekt UnDaWatA vorgestellt und das daraus entstandene und nun beim BSH verankerte und öffentlich zugängliche SVDB-Portal beschrieben.

## 1 Einleitung

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) ist zuständig für die Vermessung des Meeresbodens in den deutschen Küstengewässern der Nord- und Ostsee inklusive der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ). Die Vermessungsarbeiten gliedern sich in die flächenhafte Vermessung des Meeresbodens und der Wattflächen sowie die Suche und Untersuchung von Unterwasserhindernissen.

Aus den erhobenen Geobasisdaten der Meeresbodentopographie werden im Auswerteprozess digitale 3D-Geländemodelle erstellt, verarbeitet und analysiert. Sie dienen als Grundlage für die Ableitung nautischer Produkte und Dienstleistungen wie z. B. elektronische Seekarten (engl.: Electronic

Navigational Charts, ENC)s). Die dabei erzeugten Geodatensätze werden in der Seevermessungsdatenbank (SVDB) verwaltet (Abschnitt 2).

Für einen flexiblen und insbesondere interpretationsfreien Zugriff auf die komplexen Massendatenbestände (engl.: Big Data) der Seevermessung des BSH wurde im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts UnDaWata (Abschnitt 3) ein prototypischer Dienst entwickelt und implementiert. Der über die Webanwendung SVDB-Portal zugängliche Dienst ermöglicht die öffentliche Bereitstellung von Objekt- bzw. Geländestruktur erhaltenden Originaldatenbeständen der Meeresbodentopographie in Originalauflösung und trägt der Open-Data-Initiative des Bundes in vollem Umfang Rechnung.

Neben dem SVDB-Portal, das grundlegende raumzeitliche Analysefunktionen enthält, können die Geo- und beschreibenden Metadaten über einen webbasierten Kartendienst (engl.: Web Map Service, WMS) in verschiedenen Visualisierungsformen abgerufen werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, geometrische Informationen und Metadaten in verschiedenen Datenformaten herunterzuladen (Abschnitt 4).

## 2 Motivation

Die Seevermessung wird vom BSH mit behördeneigenen Schiffen und hydroakustischen Messsystemen durchgeführt. Ergänzend werden insbesondere für Flachwasserbereiche zur Hydroakustik komplementäre Messverfahren wie flugzeuggestütztes Laserscanning erprobt.

Die Seevermessungsergebnisse werden in der SVDB verwaltet. Je nach verwendetem Messsystem und der Weiterverarbeitung werden die Daten in verschiedenen Repräsentationen abgelegt. Neben strukturierten Rasterdaten entstehen auch unstrukturierte Datensätze in Form von 3D-Punktwolken und vermaschten Dreiecksnetzen (engl.: Triangulated Irregular Network, TIN).

Ein direkter interpretationsfreier Zugriff auf die Originaldatenbestände der SVDB ist bisher nur über BSH-interne Werkzeuge möglich gewesen. Externe Kunden haben die Möglichkeit, auf ein über das Geodatenportal des BSH<sup>1</sup> bereitgestelltes 50m-Raster zuzugreifen. Ergänzend werden individuelle Datenanfragen bedient.

---

<sup>1</sup> <https://www.geoseaportal.de/mapapps/resources/apps/bathymetrie/> (letzter Zugriff: 07.06.2024)

Eine eigenständige Recherche und ein direkter Zugriff auf Originaldaten sind bisher nicht möglich gewesen.

In Konsequenz entstand der Wunsch, auf die in der SVDB abgelegten Daten auch über standardisierte Webschnittstellen wie z. B. WMS zugreifen zu können. Damit können unstrukturierte Geobasis-, Geofach- und Metadaten effizient und flexibel bereitgestellt werden. Darüber hinaus wird das Open-Data-Angebot um komplexe, geometrisch unstrukturierte und damit interpretationsfreie Originaldatenbestände erweitert und der Aufwand für deren Bereitstellung deutlich reduziert. Zusätzlich wird die Benutzerfreundlichkeit für externe Kunden erhöht, indem eigene Recherchen, eigenständiger Download und Einbindung in eigene Prozesse ermöglicht werden.

### 3 Forschungs- und Entwicklungsprojekt UnDaWatA

Zur Umsetzung dieser Ziele haben die smile consult GmbH und das BSH das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „UnDaWatA (Unstructured Data – Webservices and Technical Analysis) – Entwicklung einer Serviceumgebung für das Management unstrukturierter Geodaten am Beispiel Bathymetrie“ gemeinsam initiiert und durchgeführt (Abbildung 1)<sup>2,3</sup>. Im Rahmen des Projekts, das zwischen Januar 2021 und März 2022 bearbeitet wurde, entstand der Prototyp einer Webanwendung, die einerseits ein Datenportal mit Recherche- und Analysefunktionen zur Verfügung stellt, andererseits aber auch den Download der Daten und die Integration der Datensätze in andere Programme über eine erweiterte WMS-Schnittstelle ermöglicht.

Die entwickelte Webanwendung verwendet dasselbe Datenmodell wie die Datenmodellierungssoftware im Produktionsbetrieb der BSH-Seevermessung. Sie kann daher auf denselben Originaldatenbestand zugreifen (Abbildung 2). Es kann festgelegt werden, welche Datenbanken eingebunden werden sollen. Die zur Verfügung zu stellenden Datensätze können auch nach bestimmten Kriterien, wie z.B. Bearbeitungsstatus, gefiltert werden. Über eine Login-Funktion können verschiedene Datenbestände (ausgewählte Datenbanken und Filter) für unterschiedliche Zielgruppen bereitgestellt werden.

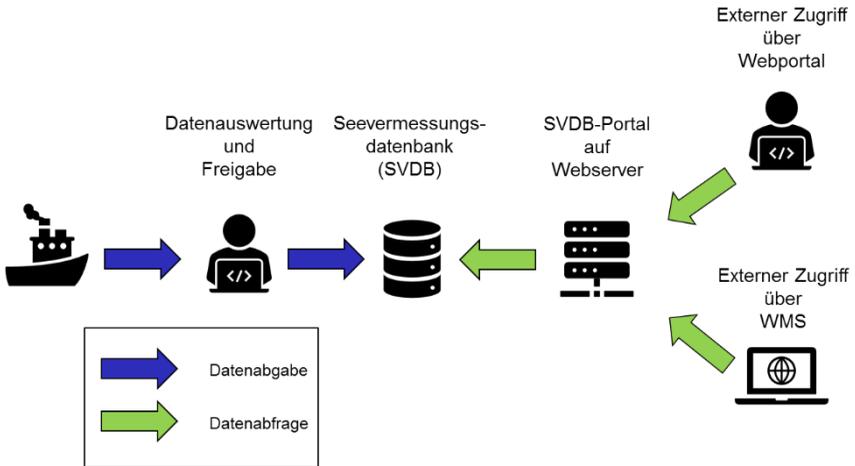
---

<sup>2</sup> <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/undawata.html> (letzter Zugriff: 19.06.2024)

<sup>3</sup> [https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Forschung\\_und\\_Entwicklung/Aktuelle-Projekte/UnDaWatA/UnDaWatA\\_node.html](https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Forschung_und_Entwicklung/Aktuelle-Projekte/UnDaWatA/UnDaWatA_node.html) (letzter Zugriff: 19.06.2024)



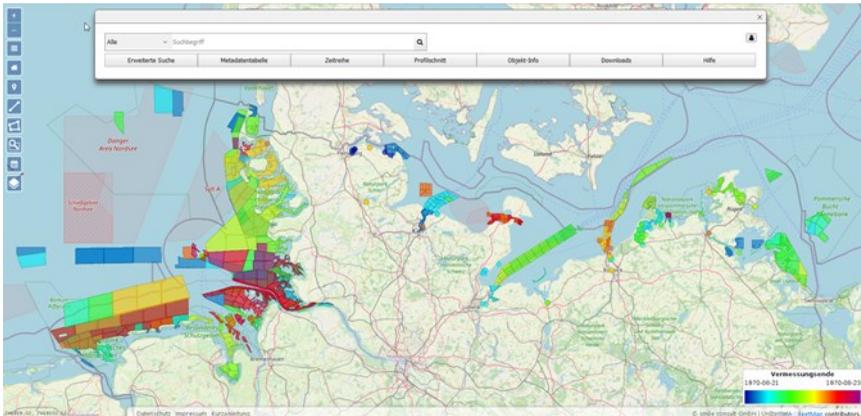
**Abbildung 1: UnDaWatA (Unstructured Data – Webservices and Technical Analysis) – Entwicklung einer Serviceumgebung für das Management unstrukturierter Geodaten am Beispiel Bathymetrie**



**Abbildung 2: Schematische Darstellung des Datenflusses und der Zugriffsmöglichkeiten**

## 4 Das SVDB-Portal beim BSH

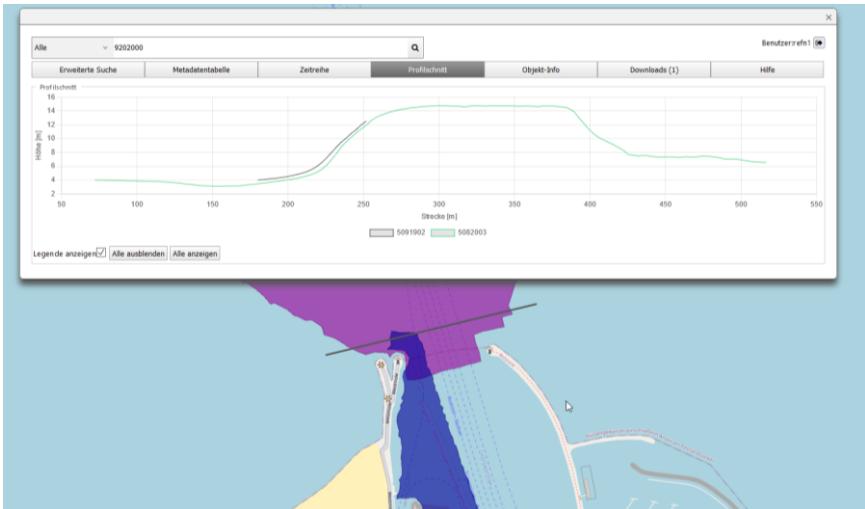
Das SVDB-Portal des BSH stellt eine öffentlich zugängliche Version der im UnDaWatA-Projekt entwickelten Webanwendung zur Verfügung (Abbildung 3). Inhaltlich bietet das Portal eine Zugriffs- und Recherchemöglichkeit auf die qualitätsgeprüften und freigegebenen Datensätze der SVDB sowie einfache Analysefunktionen.



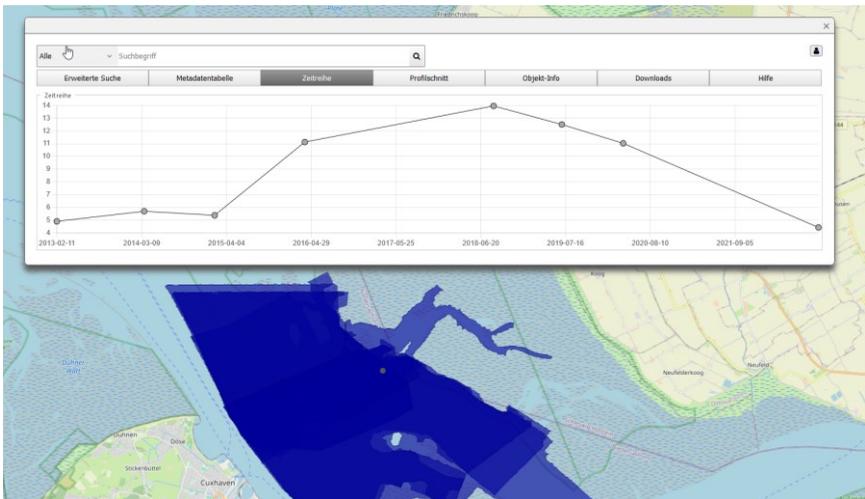
**Abbildung 3: Webbasierte Bedienoberfläche des SVDB-Portals mit nach Vermessungsende eingefärbten Datensatzumringen**

Neben der Textsuche können in der erweiterten Suchmaske auch Suchanfragen mit kombinierbaren Bedingungen gestellt werden. So kann die Suche nach Aufnahmezeitraum, räumlicher Lage oder bestimmten Metadaten eingeschränkt werden. Die gefundenen Datensätze werden visuell als Umringe in einer Karte dargestellt und zusätzlich tabellarisch als Metadaten-tabelle aufgelistet. Die Art der Kartendarstellung kann für jeden gefundenen Datensatz variiert werden (z. B. Objektgeometrie, 3D-Geländeoberfläche und Tiefenzahlen).

Als Analysefunktionen stehen die Anzeige einer Zeitreihe der Z-Koordinaten an einem wählbaren Ort (Punkt) und der Profilschnitt durch die Z-Koordinaten zur Verfügung (Abbildungen 4 und 5). In beiden Fällen können die zugehörigen Metadaten und weitere Informationen eingeblendet werden. Zusätzlich ist es möglich, für einzelne Positionen direkte Geometrieinformationen abzufragen.



**Abbildung 4: Beispiel eines zur Küstenlinie parallel verlaufenden Profilschnitts über (positive) Z-Koordinaten des Gewässerbodens im Bereich der Ansteuerung Rostock**



**Abbildung 5: Beispiel einer Zeitreihe über (positive) Z-Koordinaten des Gewässerbodens eines Punktes im Bereich der Elbmündung (Klotzenloch / Medemgrund)**

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, ausgewählte Datensätze inklusive Metadaten herunterzuladen. Das Portal bietet verschiedene Datenformate an. Welche Formate zur Verfügung stehen, hängt davon ab, in welcher Form die Daten in der SVDB gespeichert sind (TIN oder Raster).

Das Portal stellt eine 3D-Ansicht zur Verfügung (nur für Datensätze bis zu einer bestimmten Größe). Die Ansicht öffnet sich in einem neuen Fenster und bietet die Möglichkeit, eine Reihe von Einstellungen vorzunehmen. So können z. B. die Beleuchtungsparameter geändert, eine Überhöhung der Daten eingestellt oder eine simulierte Wasseroberfläche mit einstellbarem Wasserstand eingeblendet werden.

Wenn die Daten über die WMS-Schnittstelle in andere Programme eingebunden werden, besteht einerseits die Möglichkeit, die Umringe aller Datensätze anzeigen zu lassen oder aber einzelne Datensätze mit denselben Darstellungsmöglichkeiten zu laden, die auch in der Webanwendung zur Verfügung stehen.

Die Weboberfläche des SVDB-Portals ist über folgende Adresse erreichbar: <https://svdb-portal.bsh.de/svdb-portal/><sup>4</sup>. Die Bereitstellung der Daten erfolgt unter der Creative Commons 0 Lizenz. Die Daten sind nicht für die Navigation geeignet.

## **5 Zusammenfassung**

Das SVDB-Portal wurde gemeinsam mit der smile consult GmbH konzeptioniert, entwickelt und realisiert. Das SVDB-Portal stellt eine einfache Zugriffsmöglichkeit auf die qualitätsgeprüften und freigegebenen Originaldaten der BSH-Seevermessung für die Öffentlichkeit zur Verfügung. Über die Portalanwendung haben Nutzende die Möglichkeit, eigene Recherchen auszuführen und gewünschte Datensätze direkt zuladen. Die offene Lizenz ermöglicht es, die Daten in eigenen Prozessen und Forschungsarbeiten zu nutzen.

---

<sup>4</sup> <https://svdb-portal.bsh.de/svdb-portal/>

## **Danksagung**

Das Projekt UnDaWatA wurde im Rahmen der Förderrichtlinie „Mobilitätsfonds (mFund)“ unter Förderkennzeichen 19F2166A vom 01.01.2021 bis 31.03.2022 mit Mitteln des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr gefördert.

# Energieatlas für Mecklenburg-Vorpommern ist online

*Jörn Hollenbach, Peter Korduan*

Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit M-V  
j.hollenbach@wm.mv-regierung.de

GDI-Service Rostock  
peter.korduan@gdi-service.de

**Abstract.** Der Energieatlas für Mecklenburg-Vorpommern wurde im April 2024 online geschaltet. Im Rahmen dieses Beitrages sollen die Inhalte und Funktionen sowie erste Erfahrungen bei der Nutzung vorgestellt werden. Der Energieatlas<sup>1</sup> enthält Daten zu zahlreichen Energiethemen Mecklenburg-Vorpommerns. Er soll alle Interessierten über die räumliche Verteilung der Energieinfrastruktur mit dem Fokus auf erneuerbare Energien in Mecklenburg-Vorpommern informieren. Neu ist auch die Verortung der georeferenzierten Energieinfrastrukturdaten aus verschiedenen, meist amtlichen Quellen in einem Portal. Die Inhalte werden stetig aktualisiert, so dass neue Entwicklungen dort aufgenommen werden können. Der Energieatlas beinhaltet u.a. Daten zu den Themen Windenergie (Offshore/Onshore), Solarenergie, Bioenergie, Geothermie, Wasserkraft, Netze und Versorgung, Breitband-Internet, Mobilität, Wärme und Sektorenkopplung. Zudem werden Daten zu den Planungsgrundlagen geliefert, über Klimaschutz/ Energiewende und Grüne Gewerbegebiete informiert. Interessierte haben die Möglichkeit, einzelne Kategorien wie beispielsweise Wind-, Solar- oder Bioenergie auszuwählen und sich in Karten anzeigen zu lassen. Dabei können auch Themen untereinander kombiniert werden. Für die Erfassung, Visualisierung und Extraktion relevanter Daten wurde zunächst ein Fachinformationssystem (FIS) erstellt. Dazu wird das WebGIS kvwmap<sup>2</sup> eingesetzt. Kvwmap ermöglicht es die Fachdaten so aufzubereiten, dass Mitarbeiter gezielt die Informationen bekommen, die sie für Entscheidungen benötigen. Außerdem ist es möglich entsprechende zusätzliche Daten über Eingabemasken hinzuzufügen. In dem FIS werden auch die Layer

---

<sup>1</sup> Energieatlas: <https://energieatlas-mv.de>

<sup>2</sup> Wiki zum WebGIS kvwmap: <https://kvwmap.de>

ausgewählt, die im Energieatlas der breiten Öffentlichkeit präsentiert werden sollen. Dazu werden die Layer auch mit Quellenangaben der Aktualität und weiteren Metadaten versehen.

## 1 Konzeption

Bereits im Jahr 2019 wurde mit der Grobkonzeption des Energieatlas begonnen. Zunächst sollte die Ausgangssituation in MV und anderen Bundesländern ermittelt werden. Es wurde anhand der Energieportale in Brandenburg, Bayern und Hamburg ermittelt, welche Daten und Funktionen in anderen Bundesländern vorgehalten werden und welche Daten davon auch für MV verfügbar waren. Neben der Beschreibung der Ausgangssituation in MV wurden einige Daten beschafft und auch in einem Prototyp für ein Energieportal angezeigt. Das Fachkonzept beinhaltete die Definition der dazustellenden Inhalte, der abzubildenden Themenfelder sowie die Formulierung der zu beantwortenden Fachfragen. Ergebnisse waren die Ermittlung der Datenbasis in MV, ein Datenmodell sowie eine Übersicht über die für den Prototyp verwendeten Datenbestände. Der Prototyp dient der Abstimmung und Analyse der Datenstruktur und soll Anhaltspunkte für mögliche Verknüpfungen und Defizite von Daten aufzeigen. Schon im Grobkonzept gingen wir von einer Aufteilung in ein Fachinformationssystem (FIS-Energie) für die Verwaltung und den eigentlichen Energieatlas (EA) für die Öffentlichkeit aus. Im Jahr 2020 wurde mit einem Feinkonzept festgelegt, welche Daten in das FIS und den EA kommen und das dazugehörige konkrete Datenmodell ausgearbeitet. Das Datenmodell enthält auch Informationen zur Verwaltung der anwendungs- und nutzerbezogenen Daten. Im Jahr 2021 wurde durch die Firma PX-Media aus Rostock ein Web-Design für den Energieatlas erstellt, welches aus einem Leitfaden für die Benutzeroberfläche (Wire-Frame) und einem Screendesign mit speziellen für den Energiesektor entwickelten Icons bestand. Auf dieser Basis wurden das heute bestehende FIS und der Energieatlas entwickelt.

## 2 Datengrundlage

Im Grobkonzept wurden noch 70 verschiedene mögliche Layer aus den Bereichen Windenergie, Solarenergie, Bioenergie, Geothermie, Wasserenergie, Mobilität, Sektorenkopplung, Klimaschutz, Fossile Energien, Energie-Infrastruktur, Planungsgrundlagen und Hintergrundkarten für den Energieatlas identifiziert. Im Feinkonzept blieben noch 30 Layer zu den Themen Windenergie, Solarenergie, Bioenergie, Mobilität, Netze und Versorgung, Wärme, Geothermie, Wasserkraft,

Planungsgrundlagen, Sektorenkopplung, Förderprojekte, Raumbezug und Hintergrundkarten übrig, die es galt in das FIS und den Energieatlas zu übernehmen, (s. Abbildung 1). Für einige Datenlayer kamen verschiedene Quellen in Frage. Die Daten über Windenergieanlagen zum Beispiel gibt es aus dem ALKIS vom LAiV-MV, dem Kartenportal des LUNG MV sowie aus dem Marktstammdatenregister. Leider stimmen die Daten inhaltlich nicht überein und weisen auch qualitativ sehr große Unterschiede auf. Die Daten aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) sind am umfangreichsten und aktuellsten.

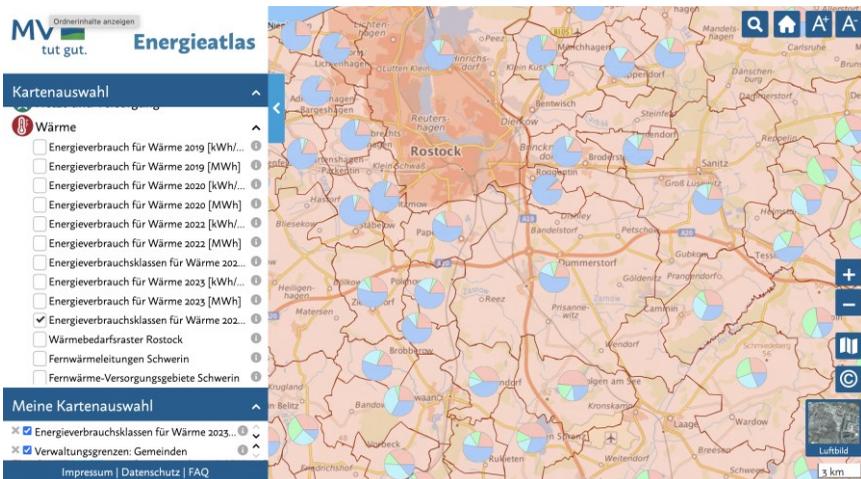


**Abbildung 1: Themengruppen und Auszug aus den Themen im Energieatlas**

Die Daten vom MaStR werden aber offensichtlich nicht ausreichend validiert, da oft die Koordinaten falsch sind, die Zuordnung zum Bundesland nicht stimmt oder die Leistungen falsch oder in falschen Einheiten angegeben sind. In einem ersten Ansatz wurde versucht das Beste aus den drei Datenquellen zusammenzustellen, die Lage aus ALKIS, die Leistung und weitere Daten aus LUNG oder MaStR. Es ließ sich aber teilweise gar nicht zuordnen welche Datensätze zusammengehören, (s. Abbildung 2) und die Fortführung würde sich als schwierig erweisen. Schließlich wurde entschieden sich nur auf den offiziellen Bestand aus dem MaStR zu beziehen, auch mit dem Nachteil eventuell falscher Positionen. Gleiches gilt auch für die Bioenergie- und Wasserenergieanlagen. Für den Import der MaStR-XML-Daten in die Postgres-Datenbank wurde ein auf JAVA basierendes Script erstellt. Wenn möglich wurde auf Vektordaten zurückgegriffen. Die PV-Freiflächenanlagen z.B. wurden von der Fa. Deepeer



mit PHP erzeugt. Die Kartenerzeugung erfolgt mit PHP-MapScript. Dazu werden die in einer MariaDB hinterlegten Nutzer- und Kartendaten zu einem Map-Objekt zusammengestellt, von welchem die Karten interaktiv gerendert werden. Im FIS besteht die Möglichkeit neue Layer anzulegen, die Metadaten zu pflegen, eigene Daten in den Layern zu ergänzen sowie den Kartenstyle festzulegen. Im FIS erfolgt auch die Freigabe für die Layer, die im Energieatlas erscheinen sollen. Durch eine spezielle Export-Option wird eine Layerdefinitionsdatei erstellt, die die Basis für den Energieatlas darstellt. Der öffentliche Energieatlas ist eine eigenständige Web-Anwendung auf Basis von HTML, CSS, JavaScript, nodesjs und Leaflet. Die Anwendung ist so programmiert, dass sie die in der Layerdefinitionsdatei enthaltenden Daten generisch darstellen kann. Wenn also Änderungen an den Layern, den Daten oder den Metadaten erforderlich sind, können diese zunächst im FIS eingegeben und getestet werden.



**Abbildung 3: Oberfläche des Energieatlas-MV**

Durch den Export der Layerdefinitionsdatei werden die Inhalte des Energieatlas erneuert. Der Energieatlas wurde zu Beginn bewusst mit wenigen Funktionen ausgestattet. Es ist z.Z. lediglich möglich die Layer ein- und auszuschalten sowie rein- und rauszuzoomen, Objekte anzuklicken und Daten abzufragen. Es gibt eine Suchfunktion, in der man nach Ortsnamen und Themen suchen kann. Es kann zwischen verschiedenen Hintergrundkarten gewählt werden. Unter dem Reiter „Meine Themenwahl“ werden alle zuvor eingeschalteten Layer angezeigt. Über den i-Button neben den Layern lassen sich die Metadaten der Layer anzeigen. Diese beinhalten eine Beschreibung des zu Grunde liegenden Datenbesatzes,

Quellenangaben, Ansprechpartner und Kontaktinformationen, (s. Abbildung 4). Beim Start der Anwendung wird ein Disclaimer angezeigt. Impressum, Datenschutzhinweise und FAQ sind über Links zu erreichen, (s. Abbildung 3). Einige Layer werden nicht in allen Zoomstufen angezeigt. Welche nicht angezeigt werden ist in der Themenauswahl ersichtlich. Auf der rechten Seite befinden sich noch ein Button für die Anzeige der Copy-Right-Informationen der jeweils eingeschalteten Layer sowie zur Anzeige der Legende der aktiven Layer. Zur Unterstützung der Lesbarkeit kann die Schriftgröße durch den Benutzer variabel eingestellt werden.

**Power-to-Heat-Anlagen**

**Beschreibung:**  
Kartografische Darstellung von Power-to-Heat-Anlagen in Mecklenburg-Vorpommern. Power-to-Heat, auch mit PTH oder P2H abgekürzt, bezeichnet die Umwandlung elektrischer Energie in Wärme. Mit Hilfe eines Wärmespeichers kann zum Beispiel erneuerbare Energie in größeren Mengen gespeichert und Haushalte über ein Fernwärmenetz mit Wärme versorgt werden.  
Die Karte wird nur bis zu einem Maßstab von 1:10.000 dargestellt.

**Quelle:**  
Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit M-V

**Ansprechpartner:**  
Frau Balck-Taeye (Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus und Arbeit M-V)

**E-Mail:**  
energieatlas@wm.mv-regierung.de

**Tel:** 0385 588 18305

**Aktualität:** 4/2023

**Sektorenkopplung**

Power-to-Gas-Anlagen

Power-to-Heat-Anlagen

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

**Power-to-Heat-Anlagen**

**GID** 6

**Bezeichnung** Power-to-Heat-Anlage der Stadtwerke Parchim

**Nennleistung** 2 MW

**Status** in Betrieb genommen am 30.11.2021

**Betreiber** Stadtwerke Parchim

**Plz** 19370

**Ort** Parchim

**Quelle** <https://www.parchim.de/de/news/news-2021/power-to-heat-anlage/>

Abbildung 4: Metadaten, Maßstabsbeschränkungs- und Sachdatenanzeige

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Der Energieatlas stellt einen Auszug an verfügbaren Geodaten zu Energithemen dar. In der nächsten Zeit sollen u.a. die Daten vom Zensus 2022 auf Verwendbarkeit im Energieatlas geprüft werden. Weitere Layer sollen hinzukommen sowie weitere nützliche Funktionalitäten eingebaut werden.

## Literatur

Energieatlas: GDI-Service, Web-Seite des Energieatlas, 2024, URL (besucht am 05.08.2024): <https://energieatlas-mv.de>

kvwmap: kvwmap Contributors, kvwmap Wiki, 2024, URL (besucht am 05.08.2024):  
<https://kvwmap.de>

# **Innovative GI-Anwendungen in der und für die Verwaltung**



# Auskunft zur Kampfmittelbelastung als raumbezogener OZG-Prozess

*Marco L. Zehner, Torsten Hauk*

DVZ Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern GmbH  
m.zehner@dvz-mv.de

Landesamt für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz Mecklenburg-Vorpommern  
torsten.hauk@lpbk-mv.de

**Abstract.** Bei der Digitalisierung von Verwaltungsleistungen ist der Einsatz raumbezogener Informationen ein wesentlicher Bestandteil und kann die Antragstellung und Entscheidungsfindung erheblich unterstützen. In Mecklenburg-Vorpommern wurden in den Basisdienst MV-Serviceportal verschiedene Funktionen der Geoinformationen ergänzt, was am Beispiel der Auskunft der Kampfmittelbelastung vorgestellt wird.

## 1 Veranlassung

Als Treiber der Digitalisierung von Verwaltungsleistungen steht das Onlinezugangsgesetz (OZG) insbesondere für die Interaktion zwischen Bürgern und Unternehmen mit der Verwaltung. Im ersten Schritt bis 2022 lag der Fokus darauf, die Leistungen online anzubieten, was nicht vollständig gelang (BMI 1, 2024). Ein Hinderungsgrund ist sicherlich auch, dass die Verwaltungsprozesse selbst noch digitalisiert werden müssen, so dass eine medienbruchfreie Kommunikation und Automatisierung ermöglicht wird.

Hier kann die Verarbeitung mittels Geoinformation unterstützen, weil viele Entscheidungsprozesse raumbezogen sind. Aktuell werden diese Prozesse nach wie vor nur mit personeller Unterstützung umgesetzt, weil verschiedene Medien und Datenbestände insbesondere räumlich abgeglichen werden müssen. So eine Auswahl findet z.B. statt, wenn eine Anfrage zu einem Standort zugeordnet werden muss. Mit der durchgehenden Georeferenzierung von der Anfrage bis zum Verwaltungsobjekt können viele Prozesse automatisiert werden.

Im Rahmen der OZG-Verwaltungsleistungen lassen sich insbesondere Anträge zur Auskunft umsetzen, die dann nicht nur in der Antragsstellung unterstützt werden, in dem Anfragen fachlich verifiziert werden, sondern zum Teil den ganzen Verwaltungsprozess abschließen. In einigen Fällen können ebenfalls Bescheide erstellt werden, sofern eine Analyse eindeutige Ergebnisse liefert. Beispiele, die auch in M-V umgesetzt werden, sind Auskünfte aus dem Altlasten- oder Bodenschutzkataster, aus Bebauungsplänen oder Denkmälern und z.B. die Abfrage zum Vorkaufsrecht für Naturschutz.

Voraussetzung sind hier natürlich vollständige und verfügbare Register, wie Adressen, Flurstücke und die jeweilige Fachinformation. Weiterhin ist zum Teil eine Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingung notwendig, weil diese u.a. einen analogen Schriftverkehr voraussetzen. Wo dies umgesetzt wurde, ist die Auskunft zur Kampfmittelbelastung. Diese Auskunft zur Kampfmittelbelastung wurde in der OZG-Plattform des Landes integriert und wird im Folgenden näher vorgestellt.

## **2 Auskunft zur Kampfmittelbelastung**

Die Auskunft zur Kampfmittelbelastung ist eine Leistung aus dem Themenfeld Bauen und Wohnen und unterstützt insbesondere den Ausbau und die Weiterentwicklung der Infrastruktur, Wirtschaft und Wohnen. Im Allgemeinen ist von den Bauherren vor Baubeginn meist schon in der Planungsphase zu klären, dass ein Kampfmittelverdacht auszuschließen ist. Dieses wird durch die Erteilung einer Unbedenklichkeitsbescheinigung oder bei Bestätigung des Kampfmittelverdachts nach erfolgter Kampfmittelerkundung vor Ort erreicht (MVSP I, 2024).

Für eine Unbedenklichkeitsbescheinigung erfolgt in der ersten Phase eine Prüfung der örtlichen Lage auf Grundlage von vorhandenen räumlichen Daten. Diese räumlichen Daten werden im Kampfmittelkataster des Landes M-V durch den Munitionsbergungsdienst M-V zentral geführt und beinhalten die erkundeten Verdachts- und Gefährdungsflächen sowie die von Munition beräumten Flächen (LPBK I, 2024).

Mit Hilfe der georeferenzierten Antragsdaten und dem Kampfmittelkataster besteht die Möglichkeit zu prüfen, ob eine Kampfmittelbelastung für ein Grundstück ausgeschlossen und durch eine Unbedenklichkeitsbescheinigung bestätigt werden kann oder ob eine weiterführende Prüfung (einschließlich Luftbildauswertung) empfohlen wird. Im Ergebnis erhält der Antragsteller direkt

die Unbedenklichkeitsbescheinigung oder kann einen weiterführenden Antrag auf kostenpflichtige Untersuchung der Kampfmittelbelastung beantragen.

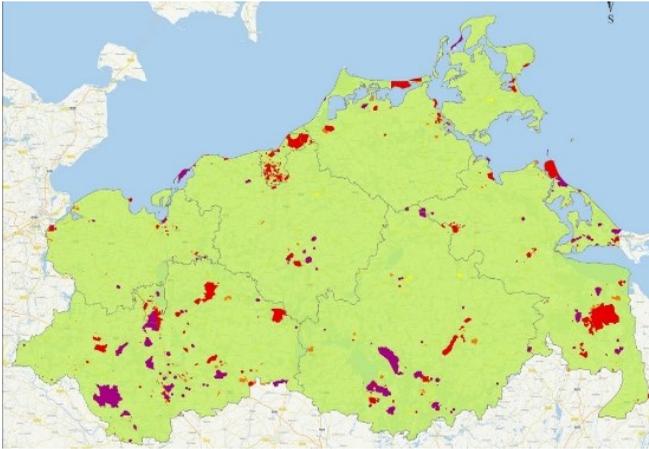


Abbildung 1: Belastete Flächen, 5.4.2024 (LPBK I, 2024)

### 3 Umsetzung im MV-Serviceportal mittels GeoFormular

Das MV-Serviceportal (MVSP) ist der zentrale Einstieg für Verwaltungsleistungen in Mecklenburg-Vorpommern. Durch die integrierten Info-Dienste mit den Leistungen der Landes- und Kommunalbehörden sind alle verfügbaren Leistungen über das MV-Serviceportal mittels *Suchen & Finden* erreichbar. Das MV-Serviceportal unterstützt die bundesweiten Vorgaben zur OZG-Umsetzung als Basisdienst und bietet damit eine einfache Lösung für alle Verwaltungen die Anforderungen umzusetzen. Hierzu zählt zum Beispiel die Anmeldung mit *BundID*, Unternehmenskonto und ggf. PostfachService.

Für die Unterstützung durch Geowebdienste und Umsetzung von Geofachanfragen wurden die vorhandenen Komponenten auf Grundlage der Dienste der GDI-MV erweitert. Über den elektronischen Antragsassistenten (*eAst*) werden die Leistungen mit den Nutzerkonten und den Formularen verknüpft. Im Allgemeinen wird das Formularmanagementsystem (*FMS*) als Basisdienst eingesetzt. Als Erweiterung ist eine Anbindung an das Fallmanagement (*FMT*) zur Bearbeitung der Anträge durch die Sachbearbeiter möglich (nicht dargestellt).

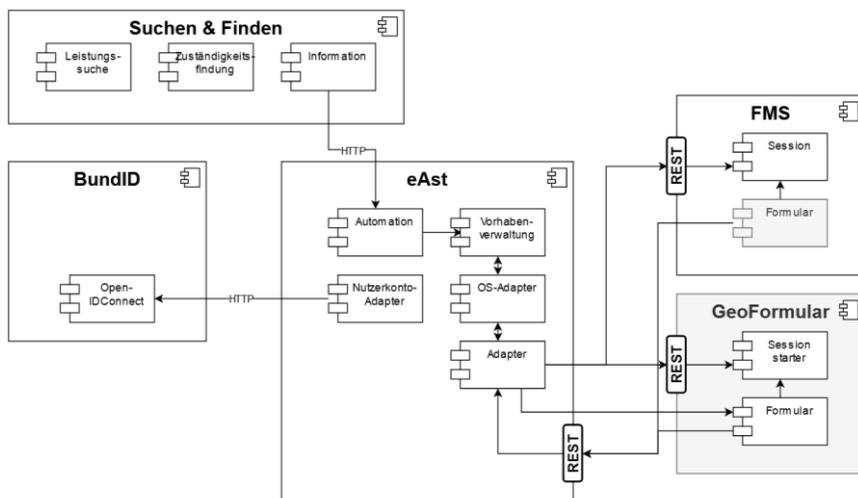


Abbildung 2: Integration GeoFormular MVSP

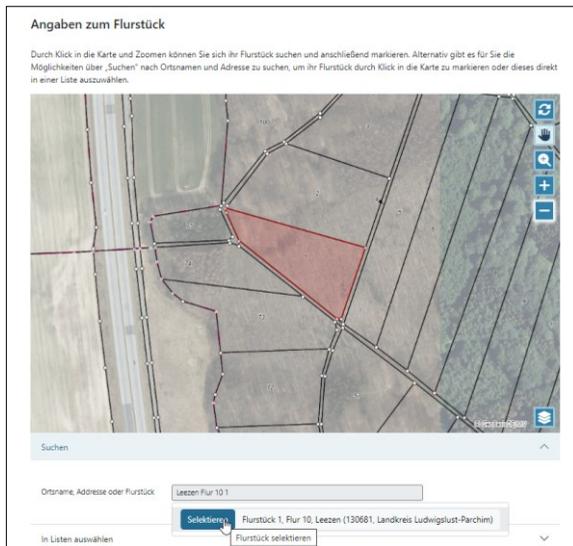
Dazu wurden die Formulare im FMS erweitert, sodass der Geocodierungsdienst der GDI-MV zur Adress- und Flurstücksuche und Verifizierung genutzt werden kann. Des Weiteren wurde das Modul *GeoFormular* entwickelt und integriert, in dem räumliche Analysen durchgeführt und ausgewertet werden können und auch Dokumente erzeugt werden.

## 4 Auskunft mit Bescheinigung



Abbildung 3: <https://www.mv-serviceportal.de/>

Die Auskunft zur Kampfmittelbelastung M-V ist seit Anfang 2024 im MV-Service abrufbar. Über die Funktion „Suchen und Finden“ kann nach Anmeldung mit BundID oder Unternehmenskonto direkt das Formular zur Auskunft geöffnet werden. Bereits die Adressdaten werden verifiziert, sodass später keine Anpassungen bei weiterer Nachnutzung nötig wird. Die Auskunft selbst erfolgt durch Prüfung einer Flurstücksgeometrie. Hierbei kann der Nutzer auf der Karte aus dem tagaktuellen Flurstücksbestand M-V ein Flurstück wählen.



**Abbildung 4: Auswahl Flurstück**

Zur Navigation steht ebenfalls eine Adress-, Orts- und Flurstückssuche zur Verfügung, mit der auch direkt das Flurstück gewählt werden kann. Alternativ steht auch eine hierarchische Suche zur Verfügung.

Im nächsten Schritt kann die Prüfung über eine interne räumliche Abfrage gestartet werden. Die eigentlichen Daten aus dem Kampfmittelkataster werden nicht visualisiert, weil diese Informationen nicht öffentlich sind. In dieser Phase der Auskunft wird noch darauf verzichtet, zu prüfen, ob ein berechtigtes Interesse seitens des Antragstellers vorliegt (beispielsweise ob der Antragsteller auch Grundstückseigentümer ist), weil nur die Ergebnisse und keine Fachinformationen ausgegeben werden. Das Ergebnis der Analyse wird als PDF-Dokument ausgegeben, Der Bescheid steht sofort zum Download bereit und wird ebenfalls für die Fachbehörde archiviert. Sofern es Bedenken gibt, wird der

Nutzer aufgefordert, einen vollen Antrag zu stellen, der dann in der Behörde bearbeitet wird.

Landesamt für zentrale Aufgaben und Technik  
der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz  
Mecklenburg-Vorpommern

Sehr geehrte Damen und Herren,

für die angefragte Flurstück Nummer 2 218 wird dem Kampfmittelkurator des Landes Mecklenburg-Vorpommern mit Stand vom 04.06.2024 derzeit keine Informationen auf diesem Kampfmittelgefahren zu entnehmen. Es bestehen daher derzeit aus Sicht des Kampfmittelkuratorates kein Chemikalien- und Handgefahrstellen.

Gegen die Ausführung der Bearbeiten bestehen keine Bedenken. Legen Sie diese Bescheinigung Ihrer Baufirma vor Baubeginn vor.

Diese Auskunft ist ab 01.07.2024 zwei Jahre gültig. Wenn nach Einholung der Auskunft nicht innerhalb von drei Jahren mit der Ausführung des Vorhabens begonnen wird oder wenn die Ausführungen länger als ein Jahr unterbrochen werden, ist erneut eine Auskunft einzuholen.

**Wichtig:**  
Nach bisherigen Erfahrungen ist es nicht auszuschließen, dass auch in für den Munitionsbergungsdienst als nicht kampfmittelbelastet kategorisierte Ernteböden schädliche Substanzen. Aus diesem Grunde sind Teilflächen mit entsprechender Vorsicht einzufahren.

Sollten bei weiteren kampfmittelverträglichen Gegenständen oder Munition aufgefunden werden, sind aus Sicherheitsgründen die Arbeiten an der Fläche und in der unmittelbaren Umgebung sofort einzustellen. Die Fundstelle ist zu sichern. Der Fund ist dem zuständigen Ordnungsbehörde unverzüglich anzuzeigen.

Sollten keine die Meldung über die nächste Polizeidienststelle erfolgen. Von Heiluss erfolgt die Information des Munitionsbergungsdienstes.

Der Berater ist gemäß § 11 (1) und § 12 Landesbehördenverordnung Mecklenburg-Vorpommern (LandO M-V) i. V. m. VOB Teil C / ATV DIN 1820 analog verpflichtet, Angaben zu verteilten Kampfmitteln im Bereich der Flurstücke zu machen sowie Ergebnisse von Erkundungen und Beurteilungsmaßnahmen mitzuteilen.

Bitte beachten:  
- Die Flurstücknummer ist im Besonderen zu beachten.  
- Die Flurstücknummer ist im Besonderen zu beachten.  
- Die Flurstücknummer ist im Besonderen zu beachten.

Telefon: +49 385 201 2100  
Telefax: +49 385 201 2108  
E-Mail: [kontakt@kiss-portal.de](mailto:kontakt@kiss-portal.de)  
Internet: [www.kiss-portal.de](http://www.kiss-portal.de)

Abbildung 5: Unbedenklichkeitsbescheinigung

ANtrag auf Kampfmittelbelastungsauskunft

Antragstellende Person

Natürliche Person oder juristische Person bzw. Personengesellschaft

Natürliche Person

Antragstellende Person

Familienname

Zuletzt

Vorname

Motto

Anschrift

Wo befindet sich die Anschrift?

in Deutschland

Anschrift in Deutschland

Strassenanschrift oder Postfach?

Strassenanschrift

Strassenanschrift

Stufe

Lübecker

Postnummer (optional)

285

Abbildung 6: Weiterer Antrag

## 5 Mehrwerte und Ausblick

Mit der Einführung der Lösung kann für mehr als 75 % der Antragsteller die Anfrage durch die Erteilung einer Unbedenklichkeitsbescheinigung sofort und kostenfrei bearbeitet werden, was natürlich einen erheblichen Mehrwert für den Antragsteller bietet. Aber auch für den Munitionsbergungsdienst ist es eine wesentliche Erleichterung.

In der seit dem 01.07.2024 geltenden neuen Fassung der Kampfmittelverordnung (KampfmVO M-V) dürfen in Mecklenburg-Vorpommern bodeneingreifende Maßnahmen nur vorgenommen oder beauftragt werden, soweit dadurch keine Gefahren durch im Boden befindliche Kampfmittel entstehen.

Es ist geplant den Prozess und das Nutzerhandlung weiter zu optimieren. So soll in diesem Jahr die Auswahl und Abfrage auf mehrere Flurstücke erweitert werden.

Die technische Umgebung des Verfahrens im MV-Serviceportal wird für weitere Leistungen mit Auskünften und Analysen eingesetzt werden.

Die Herausforderung bleibt, dass die getrennten Verwaltungsprozesse aus Sicht der Antragsteller in gemeinsamen möglichen Prozessen zusammengeführt werden. So könnten bei der Abfrage eines Grundstücks entsprechend alle notwendige Bau-, Planungs- und denkmalrechtlichen Abfragen gleichzeitig durchgeführt und zusammengestellt werden. Mit der vorgestellten Auskunft der Kampfmittelbelastung kann eine solche Abfrage unterstützt werden.

## Literatur

- BMI 1, 2024: Das Onlinezugangsgesetz (OZG), URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/moderne-verwaltung/verwaltungsmodernisierung/onlinezugangsgesetz/onlinezugangsgesetz-node.html>; BMI 06/2024
- MVSP I, 2024: Das Onlinezugangsgesetz | digitales MV Auskunft zur Kampfmittelbelastung beantragen | MV-Serviceportal, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.mv-serviceportal.de/leistung?leistungId=129485425>
- LPBK I, 2024: KAMPFMITTELBELASTUNGSSITUATION DES LANDES MECKLENBURG-VORPOMMERN 2024 PDF unter <https://www.brand-kats-mv.de/Munitionsbergung/Mitteilungen/>
- BasDi LVO M-V, 2021: E-Government-Basisdienste-Landesverordnung vom 4. Oktober 2021, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.landesrecht-mv.de/bsmv/document/jlr-EGovBasisVMVp1>
- Landesrecht MV, 2024: Verordnung zur Abwehr von Gefahren durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung – KampfVO M-V) vom 14. Juni 2024, URL (besucht am 05.08.2024): <https://www.landesrecht-mv.de/bsmv/document/jlr-KampfMVMV2024rahmen>



# Innovationen in der mobilen Datenerfassung

## – Multisensorsysteme für die effiziente Erfassung von Infrastrukturen und Gebäuden –

*Fabian Goetzel, Janis Müller, Alexander Schulz*

ARC-GREENLAB GmbH, Eichenstraße 3B, 12435 Berlin  
goetzel.fabian@arc-greenlab.de, mueller.janis@arc-greenlab.de,  
schulz.alexander@arc-greenlab.de

**Abstract.** Anhand zweier Anwendungsfälle aus dem Vermessungsbereich wird der Einsatz der mobilen Multisensorsysteme MX9 von Trimble und VLX3 von NavVis beschrieben. Bei den Beispielprojekten handelt es sich um die Erfassung eines Abschnitts der Autobahn A10 sowie um die Erfassung von Werkshallen der DB Regio. In beiden Projekten erfassen die Mobile-Mapping-Systeme hochauflösende, präzise Laser- und Bilddaten und erzeugen automatisiert Punktwolken und Fotos. Die Geräte haben jedoch individuelle Vorteile, die anhand der zwei unterschiedlichen Projekte vorgestellt werden. Die erzeugten Daten können entsprechend der Anforderungen vielfältig für Planungs-, Betriebs- und Dokumentationszwecke aufbereitet werden. So können beispielsweise Bestandspläne und Geländemodelle erstellt werden. Es können aber auch 3D- und BIM-Modelle für den Gebäudebetrieb, die Zustandserfassung und Inventarisierungen bereitgestellt werden.

## 1 Einleitung

Standen in den letzten Jahren vor allem Laserscanner und Drohnen an der Spitze der technologischen Entwicklung im Sensorbereich, rücken zunehmend mobile Multisensorsysteme in den Fokus. Mit integrierten Kameras, Laserscannern und zusätzlichen Sensoren erweitern sie die Möglichkeiten zur Erfassung, Analyse und Verwaltung raumbezogener Daten auf bisher nicht dagewesene Weise. ARC-GREENLAB hat Projekte mit unterschiedlichen, modernen Mobile-Mapping-Systemen umgesetzt und berichtet von der Befahrung eines Abschnitts der Autobahn A10 und von der Erfassung von Werkshallen der DB Regio. Bei der A10 kam das Multisensorsystem Trimble MX9 zum Einsatz, das sich besonders

für linienhafte Infrastrukturen wie Straßen- und Bahntrassen sowie Leitungsnetze eignet. Für große Gebäude wie die Werkshallen der DB Regio bot sich hingegen die Nutzung des tragbaren NavVis VLX 3 Systems an.

## 2 Vermessung bei rund 100 km/h

Ziel dieses Projekts ist die Erfassung der Autobahn A10 für die Planung der Erneuerung eines Abschnitts rund um die Havelbrücke westlich von Potsdam im Auftrag der Autobahn GmbH des Bundes. Die A10 ist eine der wichtigsten Verkehrsadern in der Hauptstadtregion Berlin. Mithilfe des Mobile-Mapping-Systems MX9 von Trimble konnte der 17 km lange Abschnitt in nur 20 Minuten mit Laserscans, Panoramafotos und Positionsdaten erfasst werden. Messungen mit dem Tachymeter und Nivellement wurden ergänzend, vor allem an von der Straße aus schlecht einsehbaren Stellen, durchgeführt. Wären für die Messungen ausschließlich terrestrische Laserscanner verwendet worden, wären stunden- bis tagelange, aufwändige Sperrungen des Autobahnabschnitts notwendig gewesen.



**Abbildung 1: Montage des Trimble MX9 auf dem Dach des Messfahrzeugs**

Der Trimble MX9 ist ein Multisensorsystem für die mobile Kartierung, das in der Regel auf dem Dach eines Fahrzeugs montiert wird, um während der Fahrt Laserscandaten und Fotos aufzunehmen (Abb. 1). Das System ist aufgrund des leichten Gewichtes und der kompakten Bauweise einfach zu handhaben. Es verfügt über 2 Laserscanner, die 1,8 Millionen Punkte pro Sekunde mit Genauigkeiten von 2 cm (X, Y Position) bis 5 cm (Z Position) erfassen können. Außerdem verfügt das System über 6 Kameras, inklusive einer Panoramakamera mit 30 Megapixel Auflösung. Damit erzeugt der MX9 eine hohe Punktwolken-

dichte und umfangreiches Bildmaterial mit Panoramaaufnahmen und Einzelbildern in unterschiedlicher Blickrichtung (Abb. 2). Für Anwendungen wie in diesem Projekt eignet sich das System vor allem wegen der integrierten GNSS- und Inertialtechnologie, die eine detaillierte Datenerfassung auch bei Geschwindigkeiten bis zu rund 100 km/h ermöglicht hat.



**Abbildung 2: Punktwolken und Fotoaufnahmen als Datengrundlage für Bestandspläne und Digitale Geländemodelle des Autobahnabschnitts**

Das Ergebnis ist ein exakter Bestandsplan und ein digitales Geländemodell des gesamten Autobahnabschnitts. Zur Datenauswertung und Visualisierung werden ArcGIS Pro und ArcGIS Online verwendet.

### 3 Tragbare Sensoren in DB-Regiowerken

Im Auftrag der Deutschen Bahn werden seit Ende 2023 von ARC-GREENLAB und ihren Partnerfirmen 21 Werkshallen der Regionalbahn in ganz Deutschland mit dem Mobile Mapping System NavVis VLX 3 erfasst. Das Hauptziel besteht darin, 3D-Punktwolken dieser Werkshallen zu erstellen. Insgesamt handelt es sich um die Erfassung einer Fläche von 170.000 Quadratmetern. Die Durchführung des Projekts stellte ARC-GREENLAB vor einige besondere Herausforderungen. Dazu gehören die sorgfältige Koordination mit den verschiedenen Werksleitern, um geeignete Termine für die Aufnahme zu vereinbaren, sowie die Sicherstellung der Zugänglichkeit zu den Werkshallen während der Aufnahmevorgänge. Als

---

Endprodukt erhält der Auftraggeber die erstellten 3D-Punktwolken im Koordinatensystem DB REF.

Der Einsatz des mobilen VLX 3 sollte eine präzise und umfassende Erfassung der Werkshallen gewährleisten. Die Erfassung sollte dabei in möglichst kurzer Zeit durchgeführt werden, damit der Betrieb in den Werkshallen unterbrechungsfrei weiterlaufen konnte. War zunächst die Erfassung und Erstellung georeferenzierter Punktwolken mit zugehörigen 360°-Panoramafotos das Hauptziel, kam im Projektverlauf die Anforderung hinzu, auf Grundlage der erfassten Daten 3D-Bestandsmodelle im Detailgrad LoD 200 zu erstellen.

## **4 Mobile Mapping mit NavVis VLX 3**

Der NaVis VLX 3 ist ein hochpräzises, tragbares 3D-Mapping-System, das im Zuge dieses Projektes für die detaillierte Erfassung der Werkshallen verwendet wurde. Die Bedienung beginnt mit dem Aufsetzen des Rucksack-Systems, das den LiDAR-Sensor und die Kameras enthält. Der Bedienende aktiviert das Gerät über ein Touchscreen-Interface und startet die Aufnahme, anschließend bewegt man sich mit mäßiger Geschwindigkeit durch die Halle. Der VLX 3 nutzt vier LiDAR-Sensoren, die eine 360-Grad-Umgebungserfassung ermöglichen, kombiniert mit 4 hochauflösenden 20 Megapixel-Kameras für visuelle Details. Mit einer Messrate von rund 1,3 Millionen Punkten pro Sekunde erfasst es selbst komplexe Strukturen präzise. Echtzeit-SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) Algorithmen verarbeiten die Daten, während das System kontinuierlich die Position und Orientierung des Bedienenden verfolgt. Die drahtlose Übertragung und Visualisierung der Daten auf ein Tablet ermöglicht eine schnelle Qualitätssicherung und sofortige Anpassungen während der Aufnahme. Die erfassten Punktwolken-Daten wurden im Anschluss an den Innendienst für die geplante Erstellung der 3D-Modelle übergeben.

## **5 Halbautomatische Modellierung**

Was schlussendlich in dem 3D-Modell dargestellt werden sollte, war bei Projektbeginn noch nicht vollständig ausformuliert. Die entsprechenden Anforderungen und Lösungswege wurden daher in der Folge gemeinsam mit den jeweiligen Ansprechpartnern beim Auftraggeber erarbeitet. Aufwand und Nutzen wurden gegeneinander abgewogen und am Ende stand die Entscheidung vorerst kein semantisches Objektmodell des Projekts zu entwickeln. Hauptaugenmerk sollte die detaillierte geometrische Abbildung aller sich in der Halle befindlichen

architektonischen Elemente sein. Als grundlegende Genauigkeitsstufe wurde LoD 200 vereinbart, wobei das Modell teils weitreichendere Genauigkeiten aufweist, z. B. bezüglich der verbauten Gleisanlagen (Abb. 3)



**Abbildung 3: 3D-Modell (LoD 200) des DB Regio Werks in Magdeburg im Revit-Format. Die Visualisierung erfolgt in ArcGIS Pro**

Bei der Modellierung kam die Autodesk-Software Revit 2023 für die Erstellung der nativen Revit-Datei und einer IFC4-Datei zum Einsatz. Das Modell wurde auf 2 cm kollisionsgeprüft, wofür die Autodesk-Software Navisworks 2023 genutzt wurde. Eine besondere Herausforderung stellte die gebogene Trägerkonstruktion der Dachhalle dar. Dazu wurde ein Dynamoskript für das halbautomatische Erstellen dieser Objekte ausgearbeitet. Dieses Skript gewährleistete eine Zeitersparnis in der Modellierung bei gleichzeitiger Sicherstellung der Genauigkeit zwischen modelliertem Bestand und der als Modellierungsreferenz genutzten, verlinkten Punktwolke.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Streckensperrungen sowie die aufwändigen Sicherungsmaßnahmen stellen einen wesentlichen Kostenfaktor bei Vermessungsprojekten im Straßen- und Gleisbereich dar. Dank der Möglichkeit, mit dem MX9 hochauflösende präzise Laser- und Bilddaten im fließenden Verkehr aufzuzeichnen, konnten Verkehrsbehinderungen bei der Erfassung des Abschnitts der A10 minimiert und Zeit und

Personal gespart werden. Die Datenerfassung mit dem Mobile Mapping System VLX 3 ist intuitiv und schont durch das Tragen auf den Schultern Rücken und Arme der Kollegen im Außendienst. Durch die mobile Erfassung und automatische Auswertung der Punktwolken durch einen Algorithmus erhöht sich die Erfassungsgeschwindigkeit. Wie beim MX9 ist dies ein wesentlicher Vorteil zu statischen Systemen, da so die Zeit vor Ort wesentlich verkürzt und der Betrieb möglichst wenig gestört wird. Nachteile bei der Qualität im Vergleich zu terrestrischen Laserscannern sind bislang nicht festzustellen.

Beide Systeme sammeln im Einsatz umfangreiche Daten, die anschließend je nach Anforderungen vielfältig für Planungs-, Betriebs- und Dokumentationszwecke beispielsweise für Pläne, 3D- und BIM-Modelle, Zustandserfassungen oder Inventarisierungen aufbereitet werden können. Ein Beispiel für diese weiterführende Nutzung ist ein Pilotprojekt im DB Regio Werk in Magdeburg, bei dem 3D-Laserscandaten und 3D-Modelle in ArcGIS Indoors von Esri integriert werden. Durch die Kombination der mobil erfassten Daten mit operativen Echtzeit-Informationen soll ein fortschrittliches Asset-Tracking-System entstehen. Dieses kann Potentiale zur Verbesserung der betrieblichen Effizienz und des Ressourcenmanagements im Werk erschließen.

# Kreislaufwirtschaftliches Decision Support System für Aufbereitungsstandorte mineralischer Baustoffe

*Tobias Buchwald, Daniel Kretzschmar, Prof. Dr. Alexandra Weitkamp*

TU Dresden, Professur für Landmanagement,  
Helmholtzstr. 10, 01062 Dresden,  
landmanagement@tu-dresden.de

**Abstract.** Durch den Bau von Gebäuden und Infrastruktur werden große Mengen an mineralischen Primärrohstoffen verbraucht. Gleichzeitig entstehen durch den Abriss große Mengen an Abbruchmaterialien. Dank hochwertigem Recycling können zirkuläre Prozessketten geschaffen werden, wodurch anfallende Abfallströme und Emissionen deutlich reduziert werden. Ein entscheidender Faktor ist die Flächenverfügbarkeit für die Aufbereitung und Lagerung der anfallenden Sekundärrohstoffe in unmittelbarer Nähe zu Orten erhöhten Abfallaufkommens und des Wiedereinsatzes. Im Rahmen des BMBF-Projekts INTEGRAL wurde ein Decision Support System entwickelt, welches Materialkataster und Routing-Funktionen in einem GIS-Ansatz kombiniert. Ziel ist es, Stadt- und Regionalplaner bei der Identifikation potenzieller Aufbereitungsstandorte zu unterstützen und Materialflüsse in der Bau- und Abbruchbranche zirkulärer zu gestalten.

## 1 Einleitung

Der Rohstoffbedarf für den Bau von Gebäuden und Infrastruktur wird hauptsächlich durch mineralische Primärrohstoffe gedeckt (Hertwich et al., 2019; Schiller et al., 2015). Urban Mining, also die Nutzung anfallender Abbruchmaterialien aus der gebauten Umwelt, könnte dazu beitragen, den Bedarf an neuen Primärrohstoffen anteilig durch die anfallenden Abfallströme zu decken. Dabei werden zirkuläre Prozessketten geschaffen, indem Abbruchmaterialien dank hochwertigen Recyclings wieder in den Produktkreislauf eingeführt werden (Zinder et al., 2022).

Für die Zielstellung einer höheren Recyclingquote reichen die aktuell verfügbaren Aufbereitungskapazitäten nicht aus. Es bedarf neuer Standorte für Aufbereitungsanlagen. Entscheidend ist die Flächenverfügbarkeit in unmittelbarer Nähe des

erhöhten Abfallaufkommens und des Wiedereinsatzes (Müller, 2018; Mettke et al., 2019). Hierbei bieten Erreichbarkeitsanalysen und Routing-Methoden neue Potenziale für deren Lokalisation. Durch eine räumliche Operationalisierung der Standortfaktoren wurde ein GIS-basiertes Decision Support System (DSS) entwickelt, welches Entscheidungsträger bei der Identifikation potenzieller Standorte für Aufbereitungsanlagen mineralischer Abfallstoffe unterstützt.

## 2 Standortfaktoren Bauschutttaufbereitung

Bauschutttaufbereitungsanlagen variieren in ihrer technischen Gestaltung je nach Art und Menge der zu behandelnden Abfälle stark. In Abhängigkeit davon unterscheiden sich auch die Standortfaktoren für die notwendige Fläche (Bilitewski und Härdtle, 2012). Die Ansätze der Standortsuche für abfallwirtschaftliche Anlagen von Stolpe (1996) und Tietz (1997) dienen als Grundlage für die Definition von Ausschluss- und Eignungskriterien, um eine großflächige Standortvorauswahl für potenzielle Flächen durchzuführen. Die verwendeten Kriterien basieren auf Anforderungen der Raumordnung, des Umweltschutzes sowie auf entsorgungstechnischen und betriebswirtschaftlichen Anforderungen (Stolpe, 1996; Tietz, 1997):

1. **Ausschlusskriterien** identifizieren Flächen, welche als potenzielle Standorte ungeeignet sind und daher aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden.
2. **Eignungskriterien** ordnen die verbleibenden Flächen nach ihrer Eignung, um daraus optimale Standorte identifizieren zu können.

Das Resultat sind potenzielle Standorte durch Ausschluss ungeeigneter Flächen, die entsprechend ihrer Eignung gerankt sind.

### 2.1 Ausschlusskriterien

Die Bauleitplanung unterscheidet zwischen Innen- und Außenbereich, also Flächen innerhalb (§34 BauGB) und außerhalb (§35 BauGB) von im Zusammenhang bebauten Ortsteilen. Für Aufbereitungsanlagen ist ein Standort im Außenbereich auszuschließen (Birk und Busse, 2022). Im Innenbereich stellen primär Industrie- und Gewerbegebiete sowie nach §11 Baunutzungsverordnung ausgeschriebene Sondernutzungsgebiete für Abfallbehandlungsanlagen potenzielle Flächen dar. Wohngebiete sowie Flächen besonderer funktionaler Prägung schließen eine Nutzung durch Aufbereitungsanlagen grundsätzlich aus (BVerwG, 1992; NOVG, 2014).

Gemäß §1 4. BImSchV unterliegen Aufbereitungsanlagen für Bauschutt einer Umweltverträglichkeitsprüfung. Eine Fläche ist geeignet, wenn durch die Aufbereitungsanlage keine unzumutbaren schädlichen Umwelteinwirkungen entstehen. Natura2000-Schutzgebiete sowie Wasserschutzgebiete sind als Flächen auszuschließen (DVGW, 2021). Zusätzlich ist auf Grundlage gesetzlicher Regelungen und gültiger Normen ein Mindestabstand zu u. a. Wohn- und Naturschutzgebieten zu berücksichtigen.

## **2.2 Eignungskriterien**

Erfahrungswerte aus der Bauschuttaufbereitung zeigen, dass die Nähe zu hohem Materialaufkommen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines Standortes hat (Müller, 2018; Mettke et al., 2019). Folglich stellt die Erreichbarkeit eines Standortes zu größeren Materiallagern das primäre Eignungskriterium dar. Weitere Eignungskriterien sind die Größe der Fläche, das Relief sowie die Nutzungsarten angrenzender Bereiche. Größere Flächen bieten Potenzial für einen Ausbau verfügbarer Aufbereitungskapazitäten und zusätzliche Lagermöglichkeiten (Müller, 2018). Eine höhere Reliefenergie kann zu einem erhöhten Erschließungsaufwand führen (Ding und Forsythe, 2013). Schutzgebiete, welche die Verfügbarkeit einer Fläche nicht grundsätzlich ausschließen, werden als negative Eignung berücksichtigt.

## **3 Materiallager-Erreichbarkeit**

Materialkataster beschreiben die Materialmengen von Gebäudebeständen und Infrastrukturen. Ein detailliertes Materialkataster bildet eine wichtige Grundlage für die Abschätzung der Materialflüsse und Potenziale für die Kreislaufwirtschaft. Die Erstellung erfolgt durch eine Bottom-Up-Materialflussanalyse. Über Gebäudegeometrien (z. B. LoD-Daten) und Sachdaten wird die Materialmenge bestimmt und mit gebäudespezifischen Materialkennzahlen kombiniert. Das Ergebnis ist ein Materialkataster, anhand dessen Materiallagerzentren identifiziert werden (Schiller et al., 2015; IÖR, 2024).

Die Erreichbarkeit dieser Zentren ist für Bauschuttaufbereitungsanlagen von entscheidender Bedeutung. Zur Operationalisierung der Standortsuche wurden mittels Routingverfahren Isochronen für die Materiallagerzentren erstellt und entsprechend der Materiallagergröße gewichtet. Durch Überlagerung der Isochronen wird ein flächendeckendes Raster erstellt. Die Kombination aus Materialkatastern und Routing ergibt das Eignungskriterium der Materiallager-Erreichbarkeit, welches flächendeckend für das Bundesland Sachsen berechnet wurde (Abbildung 1).

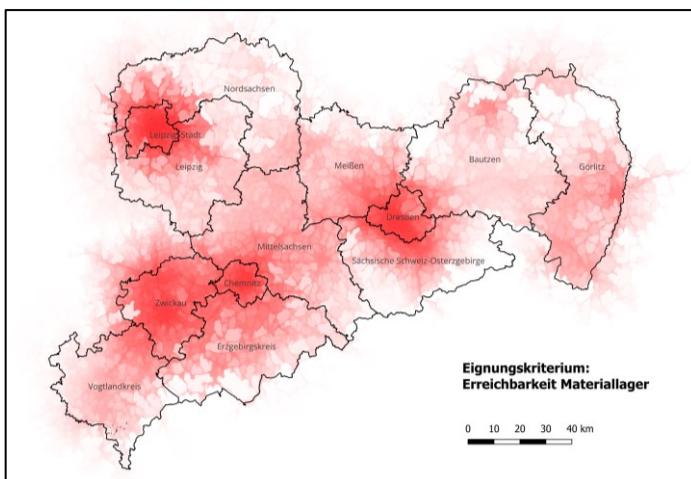


Abbildung 1: Gewichtete Erreichbarkeit zu Materiallagerzentren für das Land Sachsen

## 4 Decision Support System – Ergebnisse und Anwendungen

Im Rahmen des BMBF-Projektes INTEGRAL wurde ein GIS-basiertes Decision Support System (DSS) entwickelt. Als Projektgebiet wurde das Land Sachsen gewählt. Das DSS umfasst eine großräumige, automatisierte Standortvorauswahl zur Bestimmung potenzieller Flächen für Bauschutt aufbereitungsanlagen (Abbildung 2).

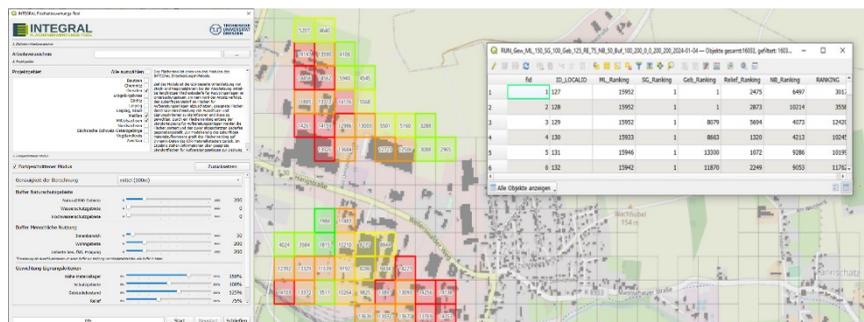


Abbildung 2: Benutzeroberfläche und Flächenranking als Ergebnisanzeige des DSS

Die Datengrundlage basiert auf offenen Geodaten, um das DSS frei zur Verfügung stellen zu können. Das DSS ist als Python-basiertes Plugin für QGIS zur Operationalisierung der Ausschluss- und Eignungskriterien umgesetzt. Die Kriterien wurden transdisziplinär mit Praxis- und Planungspartnern identifiziert und für ein sequenzielles Vorgehen geordnet und gewichtet. Zudem erlaubt das DSS dem Nutzer, über eine Eingabemaske einzelne Parameter der Standortvorauswahl zu beeinflussen. So können z. B. die Größe des Untersuchungsraumes, die Mindestabstände zu Ausschlusskriterien sowie die Gewichtung der Eignungskriterien angepasst werden. Ergebnis ist ein Flächenranking potenzieller Standorte der Bauschuttzubereitung.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Erste Ergebnisse zeigen das Potenzial des DSS bei der Standortsuche. Einzelne identifizierte Flächen konnten durch den Erfahrungsaustausch mit Praxispartnern als potenzielle Standorte identifiziert und plausibilisiert werden. Durch die Verknüpfung der Materiallager-Erreichbarkeit werden Standorte priorisiert, was sich im zugehörigen Flächenranking widerspiegelt. Der gewählte Ansatz ermöglicht großräumig eine schnelle und übersichtliche Standortvorauswahl. Die Kombination von Materialkatastern und Erreichbarkeiten durch Routing-Funktionen stellt einen vielversprechenden Ansatz dar, welcher Stadt- und Regionalplaner bei der Standortsuche für Aufbereitungsanlagen unterstützen kann.

Bei kleinräumigen Einzeluntersuchungen stößt der GIS-basierte Ansatz an seine Grenzen. Aufgrund fehlender frei verfügbarer Datengrundlagen ist es nicht möglich, Kriterien wie bereits anderweitig genutzte Flächen zu identifizieren und von der Untersuchung auszuschließen. Für die konkrete Standortwahl relevante Faktoren wie der Grundwasserspiegel oder die Wasser- und Energieinfrastruktur werden zugunsten der Performance und aufgrund einer fehlenden flächendeckenden Datengrundlage aktuell nicht berücksichtigt.

Zur Verstetigung wird das jetzige DSS durch ein umfassendes Web-GIS ersetzt. Durch Praxistests werden weitere Kriterien und Parameter identifiziert und implementiert. Auch die Berücksichtigung unterschiedlicher Anlagentypen wie Zwischenlager, Deponien und Recyclinganlagen wird angestrebt. Die Implementierung von Anlagenprofilen ermöglicht eine spezifische Anpassung der Flächenanalyse auf den gewünschten Anlagentyp und macht eine Übertragbarkeit auf andere Anwendungsfelder denkbar.

## Literatur

- Bilitewski, B., Härdtle, G. (2012): Abfallwirtschaft. Heidelberg: Springer, Berlin.
- Birk, H.-J., Busse, J. (2022): Baugesetzbuch. Kommentar. 4. Auflage. Hg. v. Willy Spannowsky und Michael Uechtritz. München: C.H.Beck.
- BVerwG (1992): Bundesverwaltungsgericht Urt. v. 24.09.1992, Az.: BVerwG 7 C 7.92.
- Ding, G., Forsythe, P. J. (2013): Sustainable construction: life cycle energy analysis of construction on sloping sites for residential buildings. In: Construction Management and Economics 31 (3), S. 254–265. DOI: 10.1080/01446193.2012.761716.
- DVGW, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (2021): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete Teil 2, Schutzgebiete für Talsperren.: DVGW, Bonn 2021
- Hertwich, E., Lifset, R., Pauliuk, S., Heeren, N., Ali, S., Tu, Q. et al. (2019): Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future.
- IÖR Informationssystem Gebaute Umwelt (2024): Materialkataster. URL (besucht am 30.06.2024): <https://ioer-isbe.de/ressourcen/materialkataster>
- Mettke, A., Arnold, V., Schmidt, S. (2019): Erste Schritte zum Urban Mining. In: Walter Leal Filho (Hg.): Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum | Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 113–133.
- Müller, A. (2018): Baustoffrecycling: Entstehung - Aufbereitung - Verwertung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Niedersächsisches OVG (2014): Niedersächsisches Oberverwaltungsgericht, Beschluss v. 01.09.2014, Az.: 12 LA 255/13.
- Schiller, G., Ortlepp, R., Krauß, N., Steger, S., Schütz, H., Acosta Fernández, J., Reichenbach, J., Wagner, J., Baumann, J. (2015): Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2015
- Stolpe, H. (Hg.) (1996): Standortsuche und Standortüberprüfung von Deponien. Praxisempfehlungen und Erläuterungen des Arbeitskreises „Standortsuche für Abfallentsorgungsanlagen“ für Neuplanung und Sanierung. Arbeitskreis Standortsuche für Abfallentsorgungsanlagen. Berlin: Erich Schmidt (Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 87).
- Tietz, H. P. (1997): Standortsuchverfahren für thermische Abfallbehandlungsanlagen. In: Lutz Schimmelpfeng und Stefan Gessenich (Hg.): Standortplanung für thermische Abfallbehandlungsanlagen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 45–62.
- Zinder, G., Kretschmar, D., Buchwald, T. (Hg.) (2022): Für mehr Zirkularität – Flächenbedarfe der Bauschutttaufbereitung als Grundlage zur Kreislaufführung mineralischer Bau- und Abbruchmaterialien. Rhombos-Verlag Berlin.

# **Geoinformation in der Bildung**



# **Virtuelle Rekonstruktion Rostocker Wahrzeichen: Ein Schülerprojekt zur Förderung von MINT- Kompetenzen durch 3D-Modellierung und AR- Technologie**

*Arnd Blaschke, Sascha Poukhlovski, Thomas Borowitz, Tim Balschmiter*

Europaschule Gymnasium Rostock, MikroMINT e.V. Rostock,  
arnd.blaschke@mikromint.de, sascha.poukhlovski@mikromint.de,  
borowitz@mikromint.de

Kataster-, Vermessungs- und Liegenschaftsamt der Hanse- und Universitätsstadt  
Rostock  
tim.balschmiter@rostock.de

**Abstract.** In einem innovativen Schülerprojekt, das in Kooperation mit dem Kataster-, Vermessungs- und Liegenschaftsamt der Stadtverwaltung Rostock und initiiert durch den Verein MikroMINT e.V. durchgeführt wird, modellieren zwei Schüler der 8. und 10. Klasse des Gymnasiums Reutershagen historische Gebäude in 3D. Zu den ersten Projekten gehören der Leuchtturm Warnemünde und das Kröpeliner Tor, zwei bedeutende Wahrzeichen der Stadt. Diese Gebäude werden in das bestehende 3D-Stadtmodell Rostocks integriert und dienen als Basis für ein weiterführendes „Jugend forscht“-Projekt. Ziel des Folgeprojekts soll es sein, nicht mehr im Stadtbild vorhandene historische Gebäude mittels einer Augmented Reality (AR) App auf Smartphones bei Stadtpaziergängen sichtbar zu machen.

Während des Modellierungsprozesses nutzen die Schüler die Open-Source-Software Blender, die ihnen umfassende Werkzeuge für die Erzeugung detaillierter und realistischer 3D-Modelle zur Verfügung stellt. Sie erhalten hierbei Unterstützung durch Mitarbeiter des Katasteramtes, die im Arbeitsalltag unter anderem mit Aufgaben der 3D-Modellierung betraut sind. Zudem haben sie exklusiven Zugang zu archivierten Bauakten des Amtes für Kultur, Denkmalpflege und Museen, die wertvolle Informationen und historische Details zu den zu rekonstruierenden Gebäuden enthalten. Diese Zusammenarbeit ermöglicht eine präzise und authentische Rekonstruktion der historischen Bauten und erlaubt Einblicke in Arbeitsmethoden der Stadtgeschichte.

Nach der Fertigstellung der Modelle werden diese in das CityJSON-Format exportiert, was die Integration der neuen Modelle in den bestehenden Gebäudebestand der Stadt Rostock erleichtert. Das CityJSON-Format gewährleistet eine standardisierte und effiziente Speicherung und Verwaltung der 3D-Stadtmodelle.

Der MikroMINT e.V. hat das Ziel, Kinder und Jugendliche für die MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) zu begeistern und deren Interessen in diesen Bereichen zu fördern. Durch Projekte wie dieses werden junge Menschen ermutigt, ihre Fähigkeiten in den MINT-Disziplinen zu entwickeln und zu vertiefen.

Das Projekt verbindet modernste Technologie mit historischem Erbe und ermöglicht es den Bürgern und Besuchern Rostocks, einen lebendigen Eindruck der Stadtgeschichte zu erhalten. Gleichzeitig bietet es den teilnehmenden Schülern eine wertvolle Gelegenheit, praktische Erfahrungen in den Bereichen 3D-Modellierung, AR-Technologie und interdisziplinärer Zusammenarbeit zu sammeln, während sie ihre Begeisterung und Fähigkeiten in den MINT-Fächern weiterentwickeln.

## **1 Motivation**

Die Zusammenarbeit zwischen Schülern, dem MikroMINT e.V. und der Stadtverwaltung Rostock im Bereich der „Regionalen Geoinformationssysteme“ mit Blick auf das 3D-Stadtmodell bietet wertvolle Chancen. Schüler gewinnen praktische Erfahrung in der Vermessungstechnik und dem Umgang mit der Objektmodellierung, sowie der Integration in bestehende Systeme, was ihr Interesse an MINT-Fächern stärkt. Der MikroMINT e.V. profitiert von frischen Ideen und Innovationen. Die Stadtverwaltung Rostock erhält detailreiche Modelle und neue Perspektiven und ist darüber hinaus im hiesigen Umfeld sichtbar. Gemeinsam fördern wir Bildung, Innovation und eine moderne, partizipative Stadtentwicklung.

### **1.1 Gymnasium Reutershagen**

Am Gymnasium Reutershagen ist es seit vielen Jahren Tradition, Schülern forschendes und projektorientiertes Lernen zu ermöglichen. Vorteile dieses Arbeitens sind die Entwicklung der Eigenständigkeit der Schüler, verbesserte Problemlösungsstrategien und wie man so schön sagt – „der Blick über den Tellerrand“. Schüler, die in solchen Projekten arbeiten, erlangen zusätzlich Einblick in die Forschung und die Strukturen von Unternehmen und gewinnen damit auch berufliche Orientierung vor allem im MINT-Bereich.

In diesem Kontext wird häufig mit außerschulischen Partnern aus Forschung, Wissenschaft und Wirtschaft zusammengearbeitet, zu diesen zählt auch der MikroMINT e.V., über den der Kontakt zum Katasteramt hergestellt wurde.

Arnd Blaschke hat sich in Klasse 10 erstmalig mit der 3D-Modellierung beschäftigt. Er hatte noch keine Erfahrung mit 3D-Modellierung, aber ein großes Interesse an der Informatik und eine hohe Motivation die 3D-Modellierung zu erlernen. Mit Hilfe von öffentlichen Tutorials erarbeitet er sich erste Kenntnisse. Durch den MikroMINT e.V. kam der Kontakt mit dem Team der „Regionalen Geoinformationssysteme“ der Stadtverwaltung Rostock zustande. So machte der Schüler das 3D-Projekt zu seiner obligatorischen Präsentationsleistung.

Durch das Erstellen von dekorativen Behältern und Ersatzteilen für den 3D-Druck hatte der zweite Projektteilnehmer, Sascha Poukhlovski, bereits Erfahrung mit der Modellierung von 3D-Objekten in Blender. Als er am Gymnasium Reutershagen vom Projekt erfahren hat, sah er darin eine Gelegenheit, seine Fähigkeiten in Blender zu testen und beschloss ebenfalls am Projekt teilzunehmen. Als erstes Modell wurde der Warnemünder Leuchtturm gewählt, weil dieser eine relativ einfache, zylindrische und symmetrische Form besitzt, die für den Einstieg in das Erstellen von Gebäuden mit Blender gut geeignet schien.

## **1.2 MikroMINT e.V.**

Der Verein MikroMINT e.V. in Rostock fördert Bildung und Wissenschaft in den Bereichen Mikrocontroller, Elektronik, Programmierung und Robotik. Gegründet mit dem Ziel der Wissensvermittlung, bietet der Verein Workshops, Projekte und Vorträge sowohl für Einsteiger als auch für Fortgeschrittene an.

Zu den Aktivitäten gehören die Durchführung von Bildungsworkshops und Kursen, gemeinsames Arbeiten an praktischen Projekten sowie die Teilnahme an Messen und Events im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit. Darüber hinaus gibt es regelmäßige Treffen und eine aktive Online-Community, die den Netzwerkgedanken unterstützt. Die Zielgruppe umfasst Schüler, Studierende, Hobbyisten und Fachleute.

MikroMINT e.V. zeichnet sich durch einen praxisorientierten Ansatz, Innovationsförderung sowie Gemeinschaft und Unterstützung aus. Der Verein trägt wesentlich zur technischen Bildung und Innovation in Rostock bei. Eine Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung kann die Bildungsangebote weiter ausbauen und einem breiteren Publikum zugänglich machen. Gemeinsam lassen sich Projekte entwickeln, die sowohl das technische Verständnis als auch die

wirtschaftliche und soziale Entwicklung der Region fördern, wodurch Rostock als innovativer Bildungs- und Technologiestandort gestärkt wird.

### 1.3 Stadtverwaltung Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Das Team des Sachgebietes Regionale Geoinformationssysteme hatte bisher keine Erfahrungen im Umgang mit Schülerprojekten. Durch die Verantwortung für das 3D-Stadtmodell sowie das städtische Geodatenmanagement bestehen fundierte Kenntnisse im Erheben und Verarbeiten räumlicher Daten. So kann der Bereich „Regionale Geoinformationssysteme“ bei der Modellierung und beim Erheben von Daten unterstützen und aufzeigen, wie die Daten in die städtische Geodateninfrastruktur eingebunden werden können und so nutzbar gemacht werden.

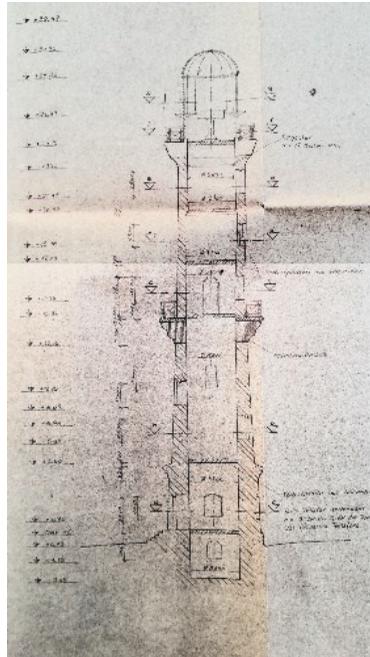
Der innere Antrieb, Schülerprojekte zu unterstützen, gründet sich auf die Beobachtung, dass die Bewerberlage in den letzten Jahren erheblich abgenommen hat. Es ist von großer Bedeutung, zukünftigen Generationen die vielfältigen Möglichkeiten innerhalb der Verwaltung näherzubringen. Ziel ist es, zu zeigen, dass die Arbeitswelt in der Verwaltung keineswegs staubig, sondern innovativ und zukunftsorientiert ist.

## 2 Vorgehen



**Abbildung 1: Kröpeliner Tor 1855, Stahlstich von Julius Gottheil (Wikipedia 2024)**

Um eine grobe Vorstellung des historischen Kröpeliner Tores zu erhalten, hat sich Arnd unter anderem an Bildern von Wikipedia orientiert und diesen einen groben Maßstab entnommen, mit dem er dann gearbeitet hat.



**Abbildung 2: Abfotografierte Baupläne des Warnemünder Leuchtturms (Amt für Kultur, Denkmalpflege und Museen)**

Um die genauen Maße des Warnemünder Leuchtturms und des Kröpeliner Tores zu erhalten, waren Sascha und Arnd zusammen mit den Kollegen des Katasteramtes Rostocks beim Amt für Kultur, Denkmalpflege und Museen und haben die Baupläne fotografiert. Sascha hat die Bilder vom Leuchtturm digital zu einem vollen und lesbaren Bild zusammengesetzt. Außerdem war er vor Ort in Warnemünde und hat Bilder von den verschiedenen Elementen des Leuchtturms gemacht, wobei der Fokus vor allem auf dem genauen Aufbau des Geländers der Aussichtsplattformen lag, welcher von den Bauplänen nur schwer abzusehen war.

## 2.1 Modellierung mit Blender

Im Rahmen des Projektes wurde sich für die Verwendung der Open-Source-Software Blender entschieden, da diese zum einen zahlreiche Werkzeuge zur Erstellung und Verarbeitung von 3D-Modellen bietet und zum anderen, weil es einfach zu lernen und kostenlos ist.

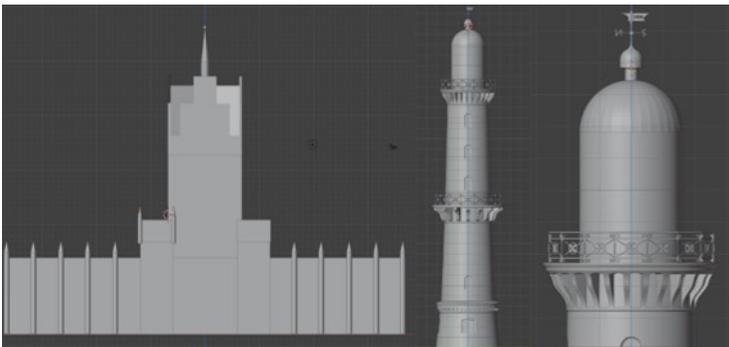
---

Bei der Erstellung des 3D-Modelles vom Warnemünder Leuchtturm wurden mehrere zylindrische Segmente erstellt, die der Einteilung auf den Bauplänen entsprechen. Ihre Breite und Höhenlage wurde von den Bauplänen ausgehend angepasst und zusammen bildeten sie die grobe Form des Leuchtturms, der alle weiteren Details hinzugefügt wurden, angefangen bei den zwei Aussichtsplattformen. Während die obere Plattform mühsam mit Hilfe des Bevel-Werkzeugs aus einem Zylinder geformt wurde, hat die einfachere Struktur der unteren Plattform es ermöglicht, einfach ein entsprechend geformtes Element zu modellieren und rundum zu klonen. Die meiste Zeit wurde für das Erstellen der Geländer für die Aussichtsplattformen benötigt, da diese im Vergleich zum restlichen Leuchtturm viele feine Details hatten, die erst modelliert werden mussten. Die Kombination des Curve-Modifiers mit dem Array-Modifier erwies sich als nicht praktikabel. Das führte dazu, dass eine kompliziertere Methode durch die Verkettung unterschiedlichster Werkzeuge angewandt werden musste, die es schließlich ermöglichte, das Geländer fertigzustellen. Abschließend wurden noch die antennenartigen Konstruktionen und die Fenster des Leuchtturms dem Modell hinzugefügt.

Für das Erstellen des Kröpeliner Tores wurde als erstes ein Würfel nach Maßstab des Kröpeliner Tores erstellt. Danach wurde ein Viertel des Daches konstruiert, indem ein weiterer Würfel erstellt wurde, die Kante rechts oben samt Vertexe gelöscht wurde und dann die anderen oberen Vertexe mit den unteren rechten verbunden wurden, um ein Trapez zu erhalten. Dann wurde ein dritter Würfel erstellt und dieser wurde zu einer Platte verformt, indem die Vertexe verschoben wurden. Diese wurde an das Trapez angefügt, um eine grobe Form der eckigen Dachgiebel zu bekommen. Diese beiden wurden dann 4-mal kopiert und aneinandergesetzt. Dann wurden diese so angepasst, dass sie zum Maßstab passen. Nun kam der zeitaufwändigste Teil. Das Herausarbeiten des eckigen Dachgiebels. Hierzu war es nötig, dass erst die Platten als Giebel-Ersatz eingefügt wurden und dann der Maßstab geändert wurde, damit die Proportionen passen. Zum Erstellen der Dachgiebel wurde als erstes zweimal Subdivide auf eine der bereits erwähnten Platten angewendet, um zwei neue Vertexe auf beiden großen Kanten zu erhalten. Die oberen beiden wurden dann in z-Richtung bewegt, sodass sie auf der richtigen Höhe waren. Die unteren beiden wurden dann erst auf Höhe der ersten beiden bewegt und dann zur Seite bewegt, sodass es eine Art Abhang ergab. An diesem Abhang wurde dann wieder Subdivide angewandt und der daraus entstandene Vertex so verschoben, dass die Form an die stufenförmigen Dachgiebel erinnert. Dieses wurde einige Male wiederholt, um die Form des Daches zu erhalten. Schließlich wurden ein achteckiges Trapez und ein Kegel mit achteckiger Grundfläche hinzugefügt, an den Maßstab angepasst und oben auf dem Dach platziert, um den Turm zu erhalten.

## 2.2 Integration in das bestehende 3D-Stadtmodell von Rostock

Mit Hilfe des, durch die Stadtverwaltung Rostock entwickelten, Blender Plugins *CityJSONEditor*<sup>1</sup> können Objekte und Objektflächen mit semantischen Eigenschaften versehen werden und die Objekte in standardisierten Austauschformaten abgespeichert werden. So können die erzeugten Objekte direkt in die 3D-Infrastruktur, die auf einer CityGML-Datenbank basiert, importiert werden. Mit Hilfe des VC Publisher werden die Objekte als Tiles gerechnet und können so direkt im webbasierten 3D-Viewer der Stadt Rostock angesehen werden.



**Abbildung 3: Aktueller Stand der Modellierung von links nach rechts: das Kröpeliner Tor, der Warnemünder Leuchtturm und Detailansicht oberer Rundgang des Leuchtturms**

## 3 Ausblick

In Zukunft werden weitere Versionen des Kröpeliner Tores und anderer historischer Gebäude, wie beispielsweise des Stadttheaters Rostock, erstellt, um deren Erscheinungsbild im Verlauf der städtebaulichen Entwicklung präzise rekonstruieren zu können. Alle Modelle werden kontinuierlich verbessert und optimiert. Darüber hinaus wird die Entwicklung einer Augmented-Reality-Applikation (AR-App) in Erwägung gezogen, die es ermöglicht, die Gebäude mittels Smartphones in das aktuelle Stadtbild zu projizieren. Des Weiteren könnten die Gebäude mit Innenräumen, Fluren und Gängen modelliert werden, um Indoorrouting zu testen. Diese zukünftigen Projekte bieten den Schülern

<sup>1</sup> <https://github.com/rostock/CityJSONEditor>

möglicherweise die Gelegenheit, sich im Rahmen von „Jugend forscht“ zu engagieren.

## **Literatur**

Dansch79, Wikipedia 2024, URL (besucht am 05.08.2024):

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1855\\_Kr%C3%B6peline\\_Tor -  
Stahlstich\\_Julius\\_Gotheil.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1855_Kr%C3%B6peline_Tor_-_Stahlstich_Julius_Gotheil.jpg)



# 2010 - 2024: beMasterGIS an der HS Anhalt – Entwicklungen bis hin zum neuen DUALen Masterstudium Vermessung und Geoinformatik

*Matthias Völzke, Holger Baumann, Marion Pause*

Hochschule Anhalt, FB Architektur, Facility Management und Geoinformation,  
Institut für Geoinformation und Vermessung Dessau (IGV)  
matthias.voelzke@hs-anhalt.de, holger.baumann@hs-anhalt.de,  
marion.pause@hs-anhalt.de

**Abstract.** Das Wissen um Vermessung und Geoinformatik ist von großer Bedeutung für viele gesellschaftliche Entscheidungsprozesse. Mit den wachsenden Möglichkeiten durch Sensorik und Digitalisierung zur Datengenerierung und -verarbeitung steigt der Bedarf an hervorragend ausgebildeten Fachleuten. Diese Entwicklung stellt Beteiligte an komplexen ingenieurtechnischen Planungsprozessen vor neue Herausforderungen, zunehmend auch in Bezug auf Absolventen mit Masterabschluss. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, wurde 2010 das Online-Masterstudium Geoinformationssysteme (beMasterGIS) am Institut für Geoinformation und Vermessung (IGV) an der Hochschule Anhalt konzipiert und eingeführt. Viele GIS-Anwender aus verschiedenen Bereichen haben diesen fünfsemestrigen Studiengang erfolgreich absolviert, der eine Ausbildung auf höchstem Niveau bietet – vergleichbar mit einem Präsenzstudium. Jedoch führten im Jahr 2022 verschiedene Herausforderungen, darunter die Auswirkungen der Pandemie und veränderte berufliche Rahmenbedingungen, zu einem signifikanten Rückgang der Immatrikulationszahlen. Es erfolgte die Einstellung des Studiengangs. Eine neue Perspektive für die Weiterbildung am IGV bietet der zum Wintersemester 2024/2025 startende Masterstudiengang Vermessung und Geoinformatik DUAL, der umfangreiche Online-Anteile umfasst. Der Studiengang kombiniert Präsenz- und Onlinephasen, was intensives und flexibles Lernen ermöglicht. Im Vordergrund stehen kontinuierliches Lernen und die Vermittlung von Hintergrund- und Handlungswissen in Vermessung und Geoinformatik.

## 1 Online-Masterstudiengang Geoinformationssysteme

Das Wissen um Vermessung und Geoinformatik erfährt im gesellschaftlichen Kontext im Hinblick auf viele Entscheidungsprozesse eine hohe Beachtung. Mit den wachsenden Möglichkeiten (Sensorik, Digitalisierung) der Generierung von Daten und deren Verarbeitung steigt der Bedarf an erstklassig ausgebildeten Fachleuten. Ebenso stellt diese Entwicklung die an komplexen ingenieurtechnischen Planungsprozessen Beteiligten vor immer neue Herausforderungen – zunehmend auch im Hinblick auf Absolventen mit Masterabschluss.

Darauf zielte das im Jahre 2010 an der Hochschule Anhalt am Institut für Geoinformation und Vermessung (IGV) konzipierte und im gleichen Jahr auf den Markt gebrachte Online-Masterstudium Geoinformationssysteme – beMasterGIS.

Seitdem haben zahlreiche GIS-Anwender aus verschiedenen Bereichen diesen Studiengang erfolgreich absolviert. Das fünfsemestrige Masterstudium bietet dieselbe Qualität wie ein vergleichbares Direktstudium.



**Abbildung 1: beMasterGIS-Studierende des ersten Jahrgangs im Jahre 2011 mit Studienkoordinator Matthias Völzke vor dem Bauhaus in Dessau. (FOTO: ANDREAS STEDTLER)**

In den ersten beiden Semestern erlangten die Studierenden umfangreiches Wissen zu GIS-Grundlagen und -Anwendungen, Modellierung, Analyse, Fernerkundung sowie Erfassung und Zugang zu Geodaten. Ergänzt wurde dies durch Inhalte zu Datenbanken und Geodateninfrastrukturen. Im dritten Semester wählten die Studierenden drei Module aus einem Katalog von sieben Wahlpflichtmodulen.

Alle Studieninhalte waren online verfügbar, was ein orts- und zeitunabhängiges Studium erlaubte. Schwerpunkt war das praktische Erlernen von GIS-Anwendungen und die Vermittlung notwendigen Hintergrundwissens. Zugelassen wurde, wer einen ersten akademischen Abschluss und mindestens ein Jahr Berufserfahrung im GIS-Umfeld vorweisen konnte.

## **2 Herausforderungen für den beMasterGIS-Studiengang**

Im Zeitraum 2010 bis 2021 lag der Durchschnitt der Immatrikulationen bei 15 bis 20 Studierenden pro Jahr. Im Jahr 2022 gab es einen signifikanten Rückgang an Teilnehmern aufgrund vielfältiger Ursachen – zu nennen sind hier die Auswirkungen der Pandemie sowie veränderte berufliche Rahmenbedingungen. Auch veränderte sich die Marktlage – GIS ist inzwischen integraler Bestandteil vieler moderner Studiengänge. Weiterhin gab es personelle Wechsel an der Hochschule – Lehrende sind zum Teil im Ruhestand oder mit umfangreichen Aufgaben in der Selbstverwaltung betraut.

Die Hochschule Anhalt beschloss daher Anfang 2024 die Einstellung des Online-Masterstudiengangs Geoinformationssysteme.

Eine innovative Weiterentwicklung für Weiterbildungsangebote des IGV bietet die Einführung des Masterstudiengangs Vermessung und Geoinformatik DUAL zum Wintersemester 2024/2025. Dieser Masterstudiengang wurde mit umfangreichen Online-Anteilen konzipiert, schwerpunktmäßig erfolgte eine Erweiterung der Ausrichtung auf Vermessung und Geoinformatik.

## **3 Masterstudiengang Vermessung und Geoinformatik DUAL: Studienkonzept, -inhalte und Besonderheiten**

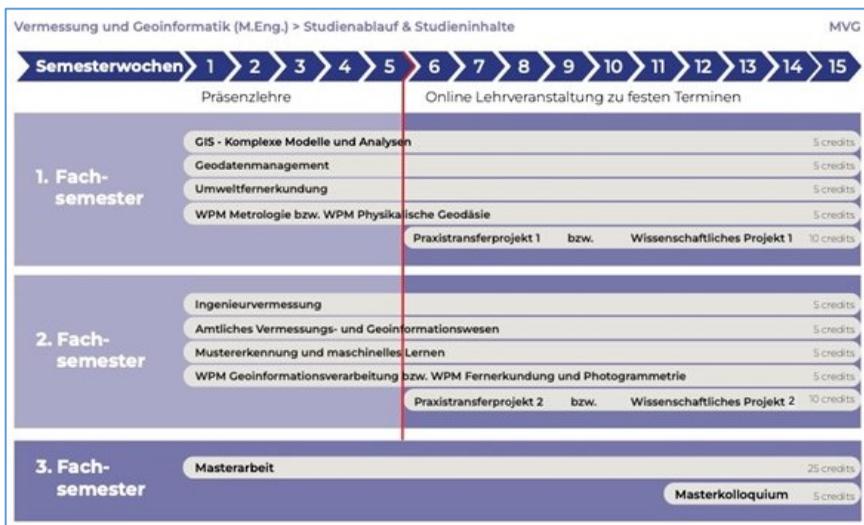
Der reguläre Studienverlauf umfasst drei Semester, das reguläre Studienangebot entspricht 90 ECTS. Durch einen individuellen Modulplan können noch fehlende ECTS durch Belegung zusätzlicher Module aus einschlägigen Bachelor- oder Masterstudiengängen im Umfang von bis zu 30 ECTS erbracht werden.

Im ersten Semester wird modulweise umfangreiches Wissen zu GIS – Komplexe Modelle und Analysen vermittelt, weiterhin zu Geodatenmanagement, zu Umweltfernerkundung sowie in Wahlpflichtmodulen (WPM) zu Metrologie oder physikalischer Geodäsie. Beispielsweise ist das WPM Physikalische Geodäsie eine Grundvoraussetzung für die Absolvierung eines Referendariats. Das

Praxistransferprojekt 1 beim Kooperationspartner (z.B. Ingenieurbüro, Landesvermessungsbehörde) rundet das erste Semester ab.

Im zweiten Semester steht Ingenieurvermessung, Amtliches Vermessungs- und Geoinformationswesen sowie Mustererkennung und maschinelles Lernen an. Außerdem wählen die Studierenden erneut aus dem WPM-Katalog ein Modul aus: Geoinformationsverarbeitung oder Fernerkundung und Photogrammetrie. Anschließend ermöglicht das Praxistransferprojekt 2 eine Wissenserweiterung beim Kooperationspartner unter Einbeziehung aktueller Kenntnisse und Kompetenzen des Masterstudiums.

Die Kombination aus Präsenz- und Onlinephasen ermöglicht ein intensives und räumlich flexibles Lernen – und somit das mobile Studieren.



**Abbildung 2: Schema Studienablauf & Studieninhalte. Praxistransferprojekte 1 und 2 sind für dual Studierende, wiss. Projekte 1 und 2 belegen nicht dual Studierende**

Zentrale Lernmaterialien sind über die Plattform Moodle der Hochschule Anhalt online verfügbar und somit orts- und auch zeitunabhängig studierbar. Während der Online-Phase ab der 6. Semesterwoche (siehe Abbildung 2) finden regelmäßig Online-Lehrveranstaltungen statt, um den engen Austausch mit den Lehrenden und innerhalb der Studiengruppe zu realisieren. Im Vordergrund stehen das durchgängige Lernen sowie die persönliche Vermittlung des hierzu

---

erforderlichen Hintergrund- und Handlungswissens im Wissensgebiet Vermessung und Geoinformatik.

#### **4 Masterstudiengang Vermessung und Geoinformatik DUAL: Besonderheit Praxistransferprojekte**

Als Besonderheit beinhaltet der Studienplan zwei Praxistransferprojekte, welche im Curriculum des 1. und 2. Fachsemesters fest verankert sind und i.d.R. an den Dienststellen der kooperierenden Praxispartner durchgeführt werden. Die Durchführung der Praxistransferprojekte findet jeweils in der 6. bis einschließlich 15. Semesterwoche des 1. und 2. Fachsemesters statt. Damit stellen die Praxistransferprojekte das „Herzstück“ dieses Studienkonzeptes dar, da hier unmittelbar im Semester die Verzahnung mit dem Praxispartner ermöglicht wird.

Praxistransferprojekte selbst sind Ausarbeitungen, in denen die Inhalte eines oder mehrerer Module aus dem Studium auf ein Praxisbeispiel angewendet werden. Während dieser Phase finden Online-Lehrveranstaltungen zu festen Terminen statt. Die Termine der Online-Lehrveranstaltungen werden den Studierenden zu Beginn des jeweiligen Fachsemesters mitgeteilt. Die Aufgabenstellung der Praxistransferprojekte wird von den kooperierenden Praxispartnern herausgegeben und deren Umsetzung durch einen hauptamtlich im Studiengang Lehrenden begleitet.

Es hat sich bereits gezeigt, dass z.B. Erkenntnisse und Ergebnisse der Bachelorarbeit als Ausgangssituation für die Aufgabenstellung eines Praxistransferprojektes dienen können und somit erlangtes Wissen im Unternehmen nachhaltig genutzt wird.

Auch eine Entsendung der dual Studierenden an andere Dienststellen, Unternehmen oder internationale Organisationen ist möglich und obliegt vollständig der Vereinbarung zwischen Arbeitgeber und dual Studierendem. Damit besteht maximale Flexibilität zur Realisierung von Wissens- und Methodentransfer.

Die Studiengruppen dual UND nicht dual studieren gemeinsam und können somit aufgrund von Erfahrungen, Fähigkeiten und Motivation ihre Blickwinkel auf die Lehrinhalte erweitern.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Zum Wintersemester 2024/25 starten an der Hochschule Anhalt die ersten Studierenden im neuen konsekutiven Masterstudiengang Vermessung und Geoinformatik DUAL.

Erfahrungen aus dem Online-Masterstudiengang Geoinformationssysteme – beMasterGIS fließen in den dualen Studiengang ein. Das moderne Konzept des mobilen Studierens soll auch Studieninteressenten außerhalb Sachsen-Anhalts ansprechen. Ziel ist es, möglichst viele Bachelorstudierende und Praxispartner zu begeistern und zur Fachkräftesicherung beizutragen. Gleichzeitig soll die Studierendenzusammensetzung diverser werden, um den Studieneffekt zu steigern und das Studium an aktuelle Anforderungen anzupassen. Dadurch soll die Nachhaltigkeit des Studienstandortes in Sachsen-Anhalt gesichert werden.

Das Studienkonzept bietet sowohl ein duales Studium mit Praxispartner und Arbeitsvertrag als auch ein individuelles Vollzeitstudium ohne Praxispartner und Arbeitsvertrag. Beide Optionen sind eng mit aktuellen Forschungsthemen in der Geodäsie verknüpft. Studierende haben die Möglichkeit, Einblicke in die deutsche und internationale Forschungslandschaft durch Teilnahme an Forschungsprojekten und Gastaufenthalten in Forschungseinrichtungen während der Online-Phase zu bekommen. Zudem werden interessierte Studierende gezielt auf die Aufnahme einer Promotion vorbereitet.

# **Sensorik und GeoIT**



# Aufbau einer Geodateninfrastruktur mittels GeoNode für das Projekt ADDFerti

*Alexander Steiger*

Universität Rostock, Professur für Geodäsie und Geoinformatik  
alexander.steiger@uni-rostock.de

**Abstract.** Im Rahmen des EU-Projekts ADDFerti wurde eine webbasierte Geodateninfrastruktur entwickelt, die präzise Applikationskarten für die teilflächenspezifische Bewässerung und Düngung in der Landwirtschaft erstellt. GeoNode fungierte dabei als Plattform für den automatisierten Datenaustausch zwischen den IT-Komponenten und für die Vereinheitlichung und Standardisierung der Datensätze. Die Ergebnisse zeigen das Potenzial von GeoNode nicht nur als klassisches Geoportal, sondern auch als zentralen Baustein bei der Entwicklung geodatenlastiger Anwendungen mit heterogenen Datenquellen.

## 1 Einleitung

GeoNode ist ein webbasiertes Open Source Framework, das Organisationen ermöglicht, Geodaten-Content-Management-Systeme, öffentliche Geodateninfrastrukturen (GDI) und offene Geodatenkataloge zu erstellen und bereitzustellen. Die Entwicklung von GeoNode wurde 2009 von der Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR) initiiert, und wird seitdem von zahlreichen Organisationen, Universitäten und Forschungseinrichtungen unterstützt (Corti et al., 2019). Einfach ausgedrückt, besteht das Ziel von GeoNode darin, Datenanbietern aller Art eine benutzerfreundliche und funktionale Plattform zu bieten, um bessere und häufigere Datenbeiträge von einem möglichst breiten Spektrum an Akteuren zu erhalten (Pickle, 2010).

Im Rahmen des EU-Projekts ADDFerti, das die Entwicklung eines mobilen Systems für die präzise, teilflächenspezifische Bewässerung und Düngung in der Landwirtschaft zum Ziel hatte, konzipierte und implementierte die Universität Rostock eine webbasierte Geodateninfrastruktur zur automatischen Erstellung genauer Applikationskarten. GeoNode erwies sich dabei aufgrund seines breiten

Funktionsumfangs, seiner Benutzerfreundlichkeit und seiner OGC-Konformität als ideale Lösung für das cloudbasierte Datenmanagement im Projekt.

## 2 Beschreibung GeoNode

GeoNode bietet eine Weboberfläche, die es Nutzern erlaubt, raumbezogene Datensätze zu teilen, in thematischen Webkarten zu kombinieren und Dashboards aus den Daten zu erstellen. GeoNode ermöglicht Nutzern das Arbeiten mit räumlichen Datensätzen in den gängigsten Vektor- und Rasterformaten. Nutzer können Vektordaten (Shapefile, GeoPackage, GeoJSON, KML) und Rasterdaten (GeoTIFF) sowie CSV-Dateien über die Benutzeroberfläche hochladen. Sobald ein Datensatz oder ein Layer hochgeladen und im GeoNode-Katalog registriert ist, bietet das Framework den Nutzern zahlreiche Möglichkeiten:

- Die Metadaten der Layer können angepasst werden. Sie werden automatisch von einem OGC-konformen CSW (Catalogue Service for the Web) veröffentlicht und können mittels Suchfunktionen abgefragt werden.
- Der Stil jedes Layers kann individuell über die Benutzeroberfläche oder mittels SLD-Datei (Styled Layer Descriptor) angepasst werden.
- Die Attribute und Geometrien der Layer können über die Weboberfläche ähnlich wie in einem Desktop-GIS bearbeitet werden.
- Layer können zu einer thematischen Karte hinzugefügt werden.
- Für jedes Element (Layer und Karten) können individuell Berechtigungen festgelegt werden.
- Jeder hochgeladene Geodatensatz unterstützt, abhängig vom Datentyp (Vektor, Raster), standardmäßig OGC-Standards wie WMS, WMS-C, WFS, WFS-T, WCS oder CSW. Dadurch können GeoNode-Datensätze direkt in ein Desktop-GIS wie QGIS oder ArcGIS eingebunden und weiterverarbeitet werden.
- Außerdem können Dashboards zusammengestellt werden, um vorhandene Daten in Form von Diagrammen, Tabellen und Karten gebündelt darzustellen.

### 2.1 Architektur

GeoNode ist eine in der Programmiersprache Python geschriebene Webanwendung, die mit Django, einem beliebten Python-Webframework, entwickelt wurde. Django orchestriert die verschiedenen Komponenten, aus denen GeoNode zusammengestellt ist. Die Komponenten umfassen GeoServer,

einen Geo-Datenserver, der in Java geschrieben ist und es ermöglicht, Geodaten zu teilen und zu bearbeiten. Zusätzlich integriert GeoNode pyCSW, einen CSW, der in Python geschrieben ist und eine auf Standards basierende Metadaten- und Katalogkomponente bereitstellt. Weiterhin umfasst GeoNode GeoExplorer, eine WebGIS-Komponente, sowie GeoWebCache, eine Java-Webanwendung zur Zwischenspeicherung von Karten, um die Bereitstellung und Optimierung von Kartenbildern zu beschleunigen. Für die effiziente Speicherung, Abfrage und Analyse von Standortinformationen nutzt GeoNode PostgreSQL als objektrelationale Datenbank und PostGIS als räumlichen Datenbankextender für PostgreSQL. Vektordatensätze werden in der räumlichen Datenbank gespeichert, während Rasterdatensätze im Dateisystem abgelegt werden.

Die Architektur der Plattform wurde von Experten so entwickelt, dass sie modular, erweiterbar und offen ist. Dadurch ist es einfach, GeoNode für maßgeschneiderte Anwendungen anzupassen. So wurde GeoNode beispielsweise in Buonanno et al. (2019) um eine Multi-Thread-Funktionalität erweitert, die es ermöglicht, große Datenmengen, wie in diesem Fall interferometrische SAR-Datensätze (Synthetic Aperture Radar), gleichzeitig hochzuladen.

### **3 Projekt ADDFerti**

Die Seniorprofessur für Geodäsie und Geoinformatik der Universität Rostock ist von 2021 bis 2024 am EU-Projekt ADDFerti (A Data-Driven Platform for Site-Specific Fertigation) beteiligt. Zu den weiteren Projektpartnern gehören die Universität Gent, die Aristoteles-Universität Thessaloniki, die Bursa Uludag Universität, Quantis (Schweiz) und das Unternehmen Sezer Inc. (Türkei).

#### **3.1 Beschreibung ADDFerti**

Das Ziel von ADDFerti ist die Entwicklung eines mobilen Systems für die präzise, teilflächenspezifische Bewässerung und Düngung (Fertigation) in der Landwirtschaft. Die Motivation hinter diesem Projekt ist sowohl ökonomischer als auch ökologischer Natur: Einerseits soll durch den gezielten gleichzeitigen Einsatz von Wasser und Düngemitteln der Ertrag gesteigert werden, andererseits sollen Nitratauswaschungen bei Überdüngung reduziert und Wasserressourcen geschont werden.

Das von Sezer im Projekt ADDFerti entwickelte mobile Fertigationssystem (siehe Abb. 1) basiert auf einer mobilen Beregnungsmaschine mit Düsenwagen, die so modifiziert wurden, dass die Wasser- und Flüssigdüngermenge sektorenweise (4 x 11.5 m) bei einer Arbeitsbreite von 46 m gesteuert werden kann. Es wurden

insgesamt drei Maschinen für die Testfelder in Belgien, der Türkei und Deutschland gefertigt.

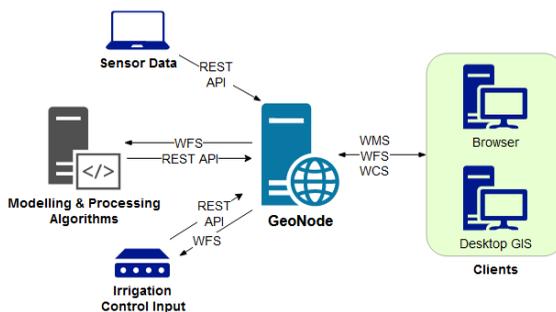


**Abbildung 1: Die mobile Berechnungsmaschine (links) mit Düsenwagen (mitte und rechts) zur teilflächenspezifischen Düngung und Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen**

### 3.2 Geodateninfrastruktur ADDFerti

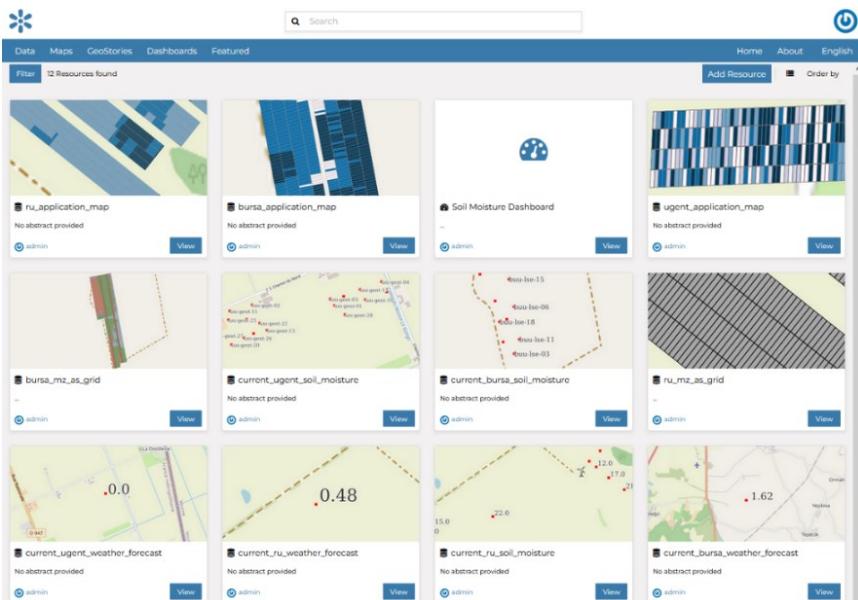
Ein weiterer wichtiger Aspekt in ADDFerti ist die automatische Generierung und Bereitstellung von Applikationskarten, die als Grundlage für die jeweiligen Fertigungs-kampagnen dienen. Diese Karten werden durch die Kombination von statischen Daten aus Labor- und Feldanalysen sowie Echtzeitdaten von LoRaWAN-Bodenfeuchtesensoren und Wetterdaten berechnet. Zur Verarbeitung dieser verschiedenen Datenströme konzipiert und implementiert die Universität Rostock eine webbasierte Geodateninfrastruktur. Zentrales Element der Geodateninfrastruktur ist dabei GeoNode, welches hier allerdings weniger als typisches Geoportal zum Veröffentlichen und Teilen von Geodaten und Karten verwendet wird, sondern als zentrale Schnittstelle für den automatisierten Datenaustausch zwischen den verschiedenen Komponenten dient (siehe Abb. 2).

Der Vorteil, den GeoNode hierbei bietet, sind die standardisierten APIs zum skriptbasierten Up- und Download von Geodaten. So können mithilfe der GeoNode REST-API (Representational State Transfer-Application Programming Interface) die Live-Bodenfeuchtesensordaten sowie die Wetterdaten in regelmäßigen Zeitabständen mittels externer Skripte aktualisiert werden. Die Berechnung der Applikationskarten erfolgt ebenfalls skriptbasiert: Die Skripte rufen die relevanten Daten per WFS von GeoNode ab, berechnen die Applikationskarte und übertragen diese per REST-API in GeoNode. Am GUI (Graphical User Interface) der Berechnungsmaschine kann anschließend mittels voreingestellter WFS-Verbindung die erstellte Applikationskarte per Knopfdruck ausgewählt und über eine bestehende Internetverbindung bezogen werden.



**Abbildung 2: Die für das ADDFerti Projekt entwickelte webbasierte Geodateninfrastruktur mit GeoNode als zentraler Plattform für den Datenaustausch zwischen den IT-Komponenten**

Darüber hinaus erweist sich die Möglichkeit als äußerst praktisch, fertige Applikationskarten und Hilfsdaten jederzeit online einsehen und überprüfen zu können (siehe Abb. 3). Für die Bodenfeuchtedaten wurde zudem ein Dashboard in GeoNode eingerichtet. Die Weboberfläche von GeoNode ermöglicht den einfachen manuellen Upload und Download der statischen Geodaten. Dank der WebGIS-Funktionen ist es möglich, Daten kurzfristig und bei Bedarf auch direkt im Feld per Laptop zu bearbeiten.



**Abbildung 3: Screenshot des mit GeoNode für ADDFerti erstellten Geoportals. Zu sehen sind Applikationskarten für die Fertigung, Sensordaten und die Feldpolygone**

## 4 Zusammenfassung & Ausblick

In diesem Beitrag wurden die Funktionen und die Architektur von GeoNode, einem webbasierten Open-Source-Framework zum Aufbauen von Geoportalen beschrieben, und anschließend dessen Implementierung im Projekt ADDFerti vorgestellt.

In den Nullerjahren war das Potenzial von SDIs in Deutschland noch weitgehend ungenutzt (Greve, 2002), doch mittlerweile ist es Standard, Geodaten von zahlreichen lokalen, regionalen, nationalen oder fachspezifischen Geoportalen zu beziehen. Gleichzeitig wurden die Frameworks zur Errichtung solcher SDIs wie CKAN oder GeoNode kontinuierlich weiterentwickelt. Neben der Erweiterung der Funktionalität und Benutzerfreundlichkeit zeigt sich im Allgemeinen als wie auch bei GeoNode ein Trend zur Containerisierung, etwa mit Docker, wodurch der Installationsprozess erheblich vereinfacht und beschleunigt wird. Dies, zusammen mit der konsequenten Umsetzung von einheitlichen Standards und

offenen APIs, macht GeoNode neben der Anwendung als klassisches Geoportal auch als zentrale webbasierte Schnittstelle bei der Entwicklung von Geo-Applikationen interessant.

## Literatur

- Buonanno, S., Zeni, G., Fusco, A., Manunta, M., Marsella, M., Carrara, P., & Lanari, R. (2019): A GeoNode-Based Platform for an Effective Exploitation of Advanced DInSAR Measurements. *Remote Sensing*, 11(18), Article 18. URL (besucht am 05.08.2024): <https://doi.org/10.3390/rs11182133>
- Corti, P., Bartoli, F., Fabiani, A., Giovando, C., Kralidis, A. T., & Tzotsos, A. (2019): GeoNode: An open source framework to build spatial data infrastructures (e27534v1). PeerJ Inc. URL (besucht am 05.08.2024): <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27534v1>
- Greve, K. (2002): Vom GIS zur Geodateninfrastruktur. *STANDORT*, 26(3), 121–125. URL (besucht am 05.08.2024): <https://doi.org/10.1007/s00548-002-0090-4>
- Pickle, E. (2010): GeoNode – A New Approach to Developing SDI. *gi-salzburg*.



# Minderung des Einflusses von Windenergieanlagen- Echos in Wetterradarmessungen des Deutschen Wetterdienstes

*Uwe Köster*

Hochschule Neubrandenburg, Brodaer Straße 2, 17034 Neubrandenburg  
koester@hs-nb.de

**Abstract.** Die Lösung des Energieproblems gilt als zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Die Nutzung der Windenergie hat sich in Europa und vor allem in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der Energiewende sehr stark entwickelt und wird stetig ausgebaut. Da Windenergieanlagen die atmosphärische Rückstreuung dramatisch ändern können und dies die Wetterradare beeinflusst, stellt sich die wichtige Frage, ob es möglich ist, den negativen Einfluss von Windenergieanlagen auf Wetterradarmessungen zu reduzieren oder ganz zu vermeiden.

Windenergieanlagen, die sich im Sende- und Empfangsradius einer Wetterradaranlage befinden, stören das Radarecho erheblich und können somit die Wetterbeobachtungsmöglichkeiten in niedrigen Elevationen stark einschränken oder gänzlich unmöglich machen. Die Störungen, die Windenergieanlagen in Radardaten erzeugen können, reichen von einzelnen gestörten Raumzellen (range gates) bis hin zu großen Raumvolumina im Fall von ausgedehnten Windparks. Je nach Windrichtung ändert sich der Radar-Rückstreuquerschnitt bzw. die komplexe Radarsignatur mit der Gondelstellung der Windenergieanlagen, was die Anwendung herkömmlicher Signalbereinigungsverfahren unmöglich macht.

In diesem Beitrag wird ein Verfahren zur Rekonstruktion atmosphärischer Radarechodaten in Daten-Segmenten mit Windenergieanlagen-Störechos dargestellt. Hier kommen u.a. Prinzipien inverser Probleme, Datenunvollständigkeit, Wavelet-basierte Bildbearbeitung, optischer Fluss und Datenprojektion zum Einsatz.

## 1 Einleitung

Der Ausbau der Windenergie an Land ist für das Gelingen der Energiewende unerlässlich. Eine tragende Säule für die Energienutzung ist die Zuweisung von Land. Landnutzungskonflikte werden mehr und mehr zu einem Hemmnis. Ein Landnutzungskonflikt, auf den wir uns konzentrieren, ist die Interferenz zwischen Wetterradaren und Windenergieanlagen. Dieser Konflikt ist für den Deutschen Wetterdienst und die städtische und regionale Flächennutzungsplanung von großer Bedeutung.

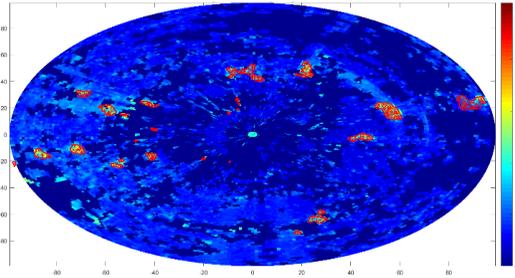
Windenergieanlagen, die sich im Nahfeld des Sende- und Empfangsradius eines Wetterradargerätes befinden, können das Radarecho erheblich stören. In solchen Fällen und unter bestimmten Bedingungen kann ein relevanter Teil der Radardaten in der operativen Signalverarbeitung des Deutschen Wetterdienstes nicht genutzt werden. Die Erfüllung des legitimen Auftrages zur Wetter- und Klimavorhersage kann somit nicht gewährleistet werden.

Daher ist es notwendig, neue Signalverarbeitungswerkzeuge zu entwickeln und zu verbessern, um den negativen Einfluss von Windenergieanlagen auf Wetterradarmessungen zu reduzieren oder ganz zu vermeiden. In diesem Beitrag werden kurz einige mathematische Ideen skizziert, die zur Lösung des genannten Problems beitragen und operationell umgesetzt wurden.

## 2 Problemformulierung

Wird eine Wetterradaranlage durch Rückstreuung von Windenergieanlagen gestört, stellt sich die Frage, ob das Echo der Windenergieanlage zweifelsfrei in den Wetterradardaten identifiziert werden kann. Dann kann es möglich sein, die Informationen zu trennen und somit die Radarrohdaten ohne Kontamination zu verarbeiten. In Patel (2021 S. 2) ist dieser Frage nachgegangen worden. Die Ergebnisse dieser Forschung erlauben zurzeit keine korrekte Trennung der Signale. Die bistatischen Streueigenschaften einer Windparkanlage wurden bei Colak (2023 S. 1-3) mit einem unbemannten Luftfahrzeug (UAV), das C-Band-Wetterradarsignale aufzeichnet, untersucht, indem die durchschnittliche Empfangsleistung und der Radarquerschnitt der Windkraftanlage als Funktion des Streuwinkels bestimmt wurden. Zu diesem Zweck wurden die Messungen und Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) herangezogen. Die mittlere Empfangsleistung als Funktion des Streuwinkels wurde mit Hilfe von I-Q-Signalen (In-Phase und Quadratur) berechnet. Die Vorwärts-, Rückwärts- und Seitenstreuung der berechneten mittleren Empfangsleistung wurde getrennt

analysiert. Auch hier konnten nur grundlegende Erkenntnisse zur Signalanalyse zusammengetragen werden.



**Abbildung 1: Radarbild eines Klarluftechos des Wetterradars in Prötzel (Brandenburg) vom 08.01.2021 um 03:40 UTC mit sichtbaren Störungen**

Das Problem der kontaminierten Raumzellen bestand weiterhin. In Köster (2021 S. 2-4) ist die Idee aufgegriffen worden, direkt in den Momentdaten, insbesondere in der Radarreflektivität  $dBZ_{H,V}$ , zu arbeiten. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, können die Windenergieanlagen im Klarluftecho sehr gut identifiziert werden. Aufgrund der fehlenden Voraussetzung der Trennung von Signal und Kontamination trennt ein Gap-Operator  $G$  die fehlerhaften Daten aufgrund ihrer geometrischen Lokalisierung, also der georeferenzierten Standorte der Windenergieanlagen heraus. Das Radarbild selbst wird als Matrix betrachtet. Durch die Multiplikation mit dem Gap-Operator verringert sich die Dimension der Bildmatrix. Dies wird in Formel 1 veranschaulicht.

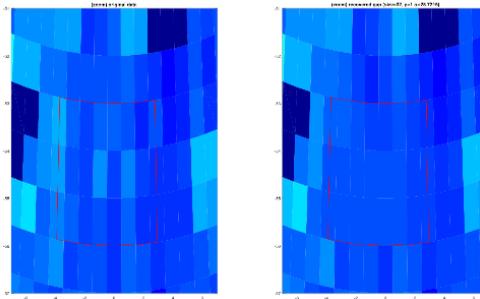
$$G(u) = G \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1000 \\ 0100 \\ 0001 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Um die vollständige Bildmatrix wiederherzustellen, muss ein inverses Problem gelöst werden.

### 3 Radarmomente-basierte Rekonstruktionsverfahren für Raumzellen-Gaps

Zur Lösung dieses inversen Problems beziehungsweise zur effizienten Lückenfüllung sind verschiedene Strategien (dictionary-learning-Ansatz, Diffusions-

Inpainting, Wavelet-basierter Ansatz) in die Entwicklungsphase gebracht worden, von denen sich der Wavelet-basierte Ansatz als am erfolgversprechenden herausgestellt hat. Es stellt sich die Frage, wie die unvollständigen Datensätze physikalisch sinnvoll vervollständigt werden können. Bisher wurden und werden in der Wiederherstellung von Bilddaten sogenannte Interpolationsansätze verwendet, siehe Isom et al. (2009 S. 894-910). Es zeigt sich jedoch, dass diese Ansätze nur eine unzureichend plausible Datenrekonstruktion liefern. Um nun eine gute Rekonstruktion zu gewährleisten, ist eine effiziente (sparse) Darstellung für  $u$  gesucht. Diese wird für unseren Fall durch eine Wavelet-Darstellung realisiert.

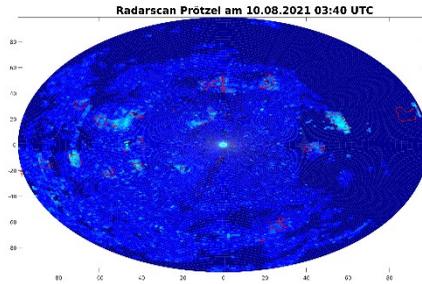


**Abbildung 2: Rekonstruktion mit 100 Iterationen mit dem reinen Wavelet-Algorithmus**

Nach Anwendung des Rekonstruktionsalgorithmus ist die Datenlücke gefüllt worden, allerdings ist das Ergebnis als suboptimal anzusehen, siehe Abbildung 2. Der Algorithmus beginnt mit dem Infilling innerhalb des Datengaps mit einem Startwert von Null für jedes einzelne Pixel. Die Frage wird aufgeworfen, ob es möglich ist, Startwerte der innerhalb des Gaps gelöschten Daten zu finden. Für den Algorithmus wird das eine wichtige Beschleunigung darstellen.

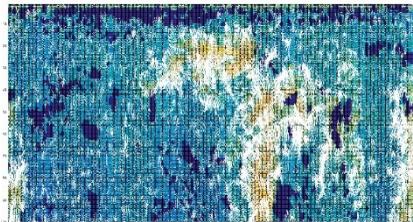
#### **4 Nutzung eines „First Guess“ für einen schnelleren und effektiveren Algorithmus**

Die folgenden Größen werden als Anfangsschätzung „First Guess“ mit in den Algorithmus einbezogen. Die atmosphärischen Informationen in der geometrischen Nähe der Datenlücke, die durch Messungen auf höheren Elevationen aber bei gleichem oder ähnlichem Azimut und Entfernung gegeben sind, können als räumliche Datenprojektion genutzt werden, siehe Abbildung 3.



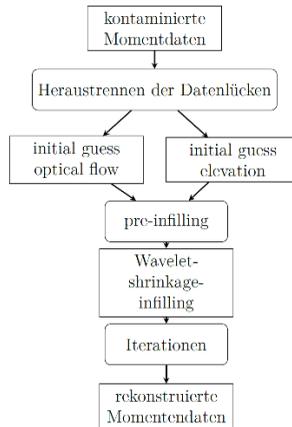
**Abbildung 3: Radarbild des Radarstandortes Prötzel am 10.08.2021 in der Elevation von 2.5° mit weniger Rückstreuungen von WEA**

Die atmosphärischen Informationen in der Lücke, welche aufgrund der Kenntnis der zeitlichen Entwicklung, die mit Hilfe vorangegangener Radarscans erfasst werden kann, kann als zeitliche Information durch optischen Fluss ebenfalls mit einfließen, wie in Abbildung 4 zu sehen ist.



**Abbildung 4: Darstellung der zeitlichen Evolution**

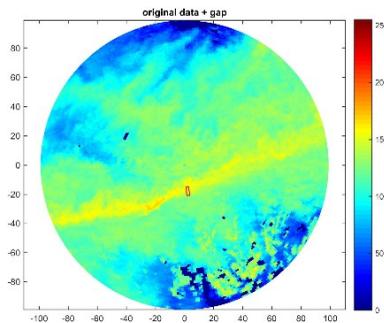
Zudem wird der Startwert für die erste Iteration über low-rank-Matrix-Kompletierung berechnet. Somit wird ein Verfahren konstruiert, das unter Einbeziehung physikalischer Nebeninformation ein „gutes Infilling“ gewährleistet. Das Ablaufschema wird in Abbildung 5 vorgestellt.



**Abbildung 5: Die Komponenten des Algorithmus im endgültigen Zustand**

## 5 Validierung der Verfahren und Grenzen des Algorithmus

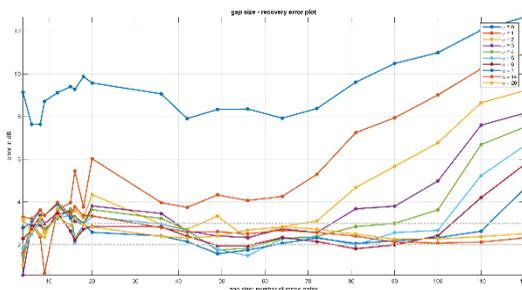
Der Algorithmus kann sehr einfach validiert werden, da die Gap-Matrix auch auf kontaminationsfreie Flächen wirken kann und dadurch ein Vergleich der rekonstruierten Daten mit den Originaldaten stattfinden kann, siehe Abbildung 6.



**Abbildung 6: Validierungs-Gap zum Vergleich mit den Originaldaten**

Die Grenzen des Algorithmus liegen vor allem in der Lückengröße. Hier gibt es eine kritische Lückengröße. Bei dieser Lückengröße (Pixelanzahl) nimmt die Fehlergröße exponentiell zu und der Algorithmus ist nicht mehr in der Lage, die Datenlücken mit erforderter Zuverlässigkeit und Genauigkeit zu füllen, siehe

Abbildung 7. Die kritische Lückengröße ist aber größer als die aktuellen Windparkgrößen.



**Abbildung 7: Kritische Lückengröße bei der Nutzung von verschiedenen Shrinkage-Parametern innerhalb des Algorithmus**

## 6 Fazit

Für einen weiten Bereich von Lückengrößen erfüllen die entwickelten Wiederherstellungen die geforderte Rekonstruktionsqualität. Eine umfangreiche Auswertung hat gezeigt, dass die kritischen Lückengrößen vor allem von dem Shrinkage-Wert und der Wahl des Wavelet abhängt.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) hat aufgrund dieser Ergebnisse ca. 16 000 km<sup>2</sup> Fläche für Windkraftanlagen freigegeben, siehe DWD (2023). Damit ist die Schutzzone in einem Umkreis von 15 km um ein Radar aufgegeben worden und der DWD wird künftig nur noch im 5 km-Radius Rechtsmittel gegen den Bau von Windenergieanlagen einlegen. Durch die immense Fläche, die Fläche entspricht der Landesfläche des Freistaats Thüringen, die hier gewonnen wird, kann der Ausbau der Windenergie in besonderem Maße vorangetrieben werden. Somit wird ein enormer Beitrag zur Energiewende geleistet.

Der Autor bedankt sich für die Unterstützung durch die BMWK-Förderung 03EE3004A im Rahmen des Forschungsprojektes „RIWER“ (Removing the Influence of Wind-Park Echoes in Weather-Radar-Measurements).

## Literatur

- Köster U., Blank U., Teschke G., Colak E., Patel B.V., Vyas A., Chandra M., Sauter T., Tracksdorf P., Sudhaus D., Meyne S. (2021): „Modelling and analysis of weather radar backscatter from wind energy turbines“, 2021 Kleinheubach Conference, IEEE-URSI, pp. 1-4, DOI: <https://doi.org/10.23919/IEEECONF54431.2021.9598406>.
- Patel, B.V., Colak E., Vyas A., Chandra M., Köster U., Blank U., Teschke G., Sauter T., Tracksdorf P., Sudhaus D., Meyne S. (2021): „Processing of weather radar raw IQ-data towards the identification and correction of wind turbine interference“, 2021 Kleinheubach Conference, IEEE-URSI
- Colak, E., Patel, B.V., Vyas, A., Zichner, R., Chandra, M. (2023): „Bistatic scattering characteristics of a wind park turbine derived from an UAV-mounted receiver recording C-Band weather radar signals“, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVIII-M-1-2023, 485–490, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-1-2023-485-2023>
- Isom, B. M., Palmer, R. D., Secrest, G. S., Rhoton, R. D., Saxion, D., Allmon, T. L., Reed, J., Crum, T., Vogt, R. (2009): Detailed Observations of Wind Turbine Clutter with Scanning Weather Radars. In: Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 26 (2009), Nr. 5, 894 -910, DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/2008JTECHA1136.1>.
- Deutscher Wetterdienst. (2023, 10. März). DWD unterstützt Ausbau der Windkraft in Deutschland [Pressemeldung]. URL (besucht am 05.08.2024): [https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilung/DE/2023/20230310\\_pm\\_wetterradar\\_news.html](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilung/DE/2023/20230310_pm_wetterradar_news.html)

# Detektion von Meliorationsanlagen mittels supraleitender Magnetresonanzmessung

*Jonas Wienken, Görres Grenzdörffer*

Universität Rostock, Professur für Geodäsie und Geoinformatik  
jonas.wienken@uni-rostock.de, goerres.grenzdorffer@uni-rostock.de

**Abstract.** Mit der Veränderung des Klimas steigen die Anforderungen an Meliorationsanlagen, um das Wasserspeichervermögen der Böden optimal zu nutzen und Nährstoffausträge zu verringern. Viele dieser Anlagen sind am Ende ihres Lebenszyklus oder reparaturbedürftig, wobei die genaue Lage der vergrabenen Rohrsysteme oft unbekannt ist. Die genaue Detektion von Drainagesystemen ist schwierig, da vorhandene DDR-Karten zu ungenau sind. Das SQUID-Messsystem JESSY SMART wurde entwickelt, um auch extrem schwache magnetische Signaturen bzw. Anomalien des Erdmagnetfelds sichtbar zu machen. Durch die Verwendung von Gradiometern und einer speziellen Software können die Magnetfeld-Daten erfasst und analysiert werden. Ein Algorithmus zur Detektion magnetischer Signaturen, die auf Drainage hindeuten können, wurde entwickelt. Dieser detektiert Punkt-Regionen basierend auf Messwerten, die ein magnetisch relevantes Signal aufweisen. Erste Testschachtungen zeigten, dass verschieden vergrabene Strukturen mit diesem Ansatz gefunden werden können.

## 1 Einleitung

Mit der Veränderung des Klimas wachsen die Anforderungen an funktions-tüchtige Meliorationsanlagen, z.B. um das Wasserspeichervermögen der Böden optimal zu nutzen und Nährstoffausträge zu verringern. Viele dieser Anlagen sind mittlerweile am Ende ihres Lebenszyklus oder reparaturbedürftig. Da die genaue Lage allerdings oft unbekannt ist, wird die kostengünstige Lokalisierung des vergrabenen Rohrsystems zu einer zentralen Aufgabenstellung vieler landwirtschaftlicher Betriebe. Bei den vorhandenen DDR-Karten handelt es sich oftmals um sogenannte „Inselkarten“, die außerdem den geplanten und nicht zwangsläufig den tatsächlichen Verlauf der Drainageleitungen zeigen. Eine Übertragung dieser Karten in die Örtlichkeit ist aufwändig und schwierig, wie

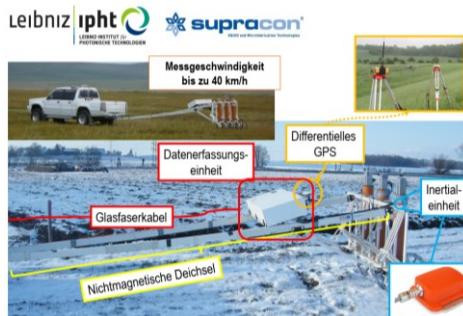
frühere Projekte zeigten (CiS GmbH, 2012, 2013). In den vergangenen Jahren wurden bereits mehrere Verfahren zur Drainage-rohrdetektion entwickelt, die jedoch einen funktionierenden Teil des Rohrsystems voraussetzen und von dort aus sukzessive versuchen, das Netz zu lokalisieren. Dies führt dazu, dass ältere Meliorationsanlagen oft nur mit hohem Aufwand rekonstruiert werden können.

## **2 Drainage-Detektion mittels SQUID-Technologie**

Das Ziel im Zuge der Detektion ist, schwache magnetische Signaturen von Zielstrukturen, die um bis zu sechs Größenordnungen kleiner als das Erdmagnetfeld sind, sichtbar zu machen. Hierzu dient die Verwendung von Gradiometern, die die gerichteten Schwankungen des Erdmagnetfeldes mit hoher Qualität messen. Dadurch sollen anomale Magnetfelder von Zielstrukturen detektiert werden, die sonst vom dominanten Erdmagnetfeld verdeckt würden.

### **2.1 Messsystem JESSY SMART**

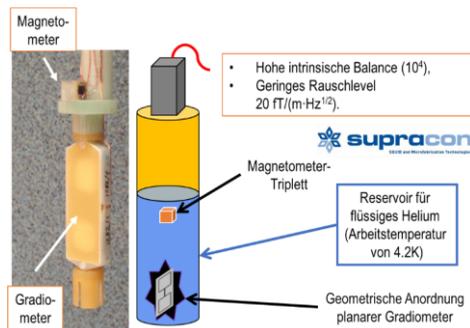
Das SQUID (Supraleitende-QUanten-Interferenz-Detektoren)-Messsystem (Abbildung 1), das von der Firma Supracon AG aus Jena entwickelt wurde, besteht aus einem nicht-magnetischen Messwagen, auf dem neben den Kryostaten (doppelwandige, hochevakuierte Isoliergefäße für Flüssighelium) als Hauptkomponenten außerdem die Datenerfassungseinheit, eine Rover-Einheit mit einem differentiellen GNSS zur Positionsbestimmung und die Inertialeinheit zur Erfassung der Orientierung montiert sind. Zur hochgenauen Positionierung gehört neben der benannten Rover-Einheit ebenfalls eine GNSS-Basisstation, deren Daten von der Rover-Einheit zur Simultan-Korrektur der GNSS-Positionen verwendet werden. Die Verwendung der Inertialeinheit ist aufgrund der Richtungscharakteristik der Sensoren entscheidend, da für die Interpretation der Daten die Lagekenntnis entscheidend ist. Aufgrund der gefederten Einzelrad-Aufhängung ist der Messwagen besonders für Geländefahrten auf Agrarflächen geeignet und hat gute Folgeeigenschaften, was sich sowohl in der Praxis zu geographischen Untersuchungen als auch zur Detektion und Charakterisierung von Drainagen als vorteilhaft erweist. Außerdem sorgt die 7 m lange Deichsel des Wagens für einen konstanten Abstand zum Zugfahrzeug als nächstgelegene mögliche Störquelle. Der im Zugfahrzeug befindliche Messlaptop zur Steuerung des Messsystems, Echtzeitüberwachung und Datenaufzeichnung ist mittels Glasfaserkabel galvanisch vom Messsystem abgekoppelt und ermöglicht somit eine störungsfreie Kommunikation mit diesem.



**Abbildung 1: SQUID-basiertes Messsystem JESSY SMART der Supracon AG (Quelle: Supracon AG)**

## 2.2 Konfiguration des Messsystems

Zur Drainage-Detektion und -Charakterisierung wird zunächst die in der Geo-Archäologie bewährte Konfiguration aus drei identischen Sensorkanälen benutzt, wobei ein Kanal jeweils aus drei Gradiometern und drei Magnetometern (Abbildung 2) besteht. Die Magnetometer werden zur Verbesserung der Balance der Gradiometer benutzt, indem die ungewollten magnetischen Gleichfeld-Anteile aus den Gradienten-Signalen extrahiert werden und somit die Zielstrukturen deutlicher zu erfassen sind. Diese Methode erlaubt es, Signale in Größenordnungen von nT/m ( $10^{-9}$ ) in Gegenwart eines Hintergrundfeldes im Bereich von  $\mu\text{T}$  ( $10^{-6}$ ) erkennbar zu machen und somit Wertebereiche über mehr als drei Größenordnungen abzubilden.



**Abbildung 2: Übersicht über die Sensoreinheit und das Funktionsprinzip eines SQUID-basierten Gradiometerkanals (Quelle: Supracon AG)**

### 3 Algorithmus zur Detektion magnetischer Signaturen

Basierend auf den mittels JESSY SMART erhobenen Messwerten, wurde ein Algorithmus erarbeitet, der magnetisch interessante Strukturen detektiert und extrahiert. Unter magnetisch interessanten Strukturen sind Strukturen ähnlich einem magnetischen Dipol zu verstehen. Diese Strukturen zeichnen sich dadurch aus, dass eine oder mehrere Teilmengen an Punkten mit einem Vorzeichen einer oder mehrerer räumlich nahegelegener Teilmengen an Punkten mit dem entgegengesetzten Vorzeichen im ähnlichem absoluten Messwertbereich zugeordnet werden kann. Der entsprechende Algorithmus zur Detektion dieser Strukturen besteht aus drei Hauptbestandteilen:

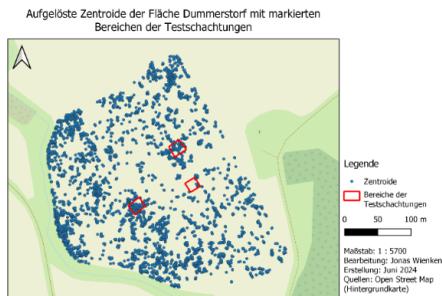
1. Detektion valider Punkt-Regionen
2. Detektion zusammengehörender Punkt-Regionen (= magnetisch relevantes Signal)
3. Identifikation überschneidender Punkt-Regionen mehrerer Messkanäle

Das SQUID-Messsystem erzeugt mehrere Dateien, die Informationen zu Magnetfeldern, Position, Orientierung und Kommentaren enthalten. Um diese Daten im Zuge des Algorithmus nutzbar zu machen, müssen sie im Vorfeld prozessiert werden. Als erstes werden die Daten in ein einheitliches Format gebracht, gefiltert, korrigiert und auf 100 Hz synchronisiert. Danach müssen unerwünschte Datenabschnitte, wie Kurvenfahrten und Ähnliches, entfernt werden. Danach können die Messwerte in Form eines Magnetogramms dargestellt und für die Verarbeitung mittels Algorithmus verwendet werden.

Die vorbereiteten Messwerte werden auf ein 20 x 20 cm Punktraster interpoliert, um eine gleichmäßig verteilte Datengrundlage zu schaffen. Ein zentraler Punkt und eine große Herausforderung ist die Differenzierung zwischen Stör- und Zielsignalbereichen, da das magnetische Signal der Keramik- oder Plastik-Drainagerohre dem natürlichen Rauschsignal des Bodens nahekommmt. Der Interquartilsabstand (IQR) wurde als Differenzierungsmethode gewählt, da es sich bei den Messergebnissen um Normalverteilungen handelt. Der IQR dient als unterer Schwellenwert im positiven Messwertbereich und oberer Schwellenwert im negativen Messwertbereich, da nach Messwerten außerhalb des natürlichen Rauschsignals gesucht wird. Die maskierten Punkte werden anschließend analysiert, indem eine Abstandsmatrix erstellt wird, die die räumliche Distanz der Punkte wiedergibt. Um als valide Punkt-Region zu zählen, dürfen zwei benachbarte Messpunkte einen räumlichen Abstand von maximal einem Meter aufweisen und deren Messwertsummen müssen kleiner gleich 1 sein.

Für die Detektion zusammengehörender Punkt-Regionen werden die validen Punkte herangezogen. Ein magnetisch relevantes Signal besteht jeweils aus einer Ansammlung positiver Messwerte, die räumlich nahe einer Ansammlung negativer Messwerte liegt. Dementsprechend werden mittels hierarchischer Cluster-Methode jeweils die Messpunkte mit negativen Messwerten und die dazugehörigen Messpunkte mit positiven Messwerten geclustert. Im Anschluss wird für jeden dieser Cluster das räumlich nächste Cluster mit entgegengesetztem Messwert-Vorzeichen gesucht.

Zusammengehörende Punkt-Regionen werden identifiziert, indem die bisherigen Ergebnisse der einzelnen Messkanäle zusammengeführt und entsprechend ausgewertet werden. Hierfür werden die zusammengehörenden Punkt-Regionen verschiedener Messkanäle miteinander abgeglichen. Um als überschneidende Punkt-Region eingestuft zu werden, dürfen zwei Punkt-Regionen unterschiedlicher Messkanäle maximal einen Meter Abstand zueinander haben und müssen etwa  $90^\circ$  zueinander gedreht sein. Abschließend werden aus den daraus resultierenden überschneidenden Punkt-Regionen mehrerer Messkanäle Zentroide gebildet und als Ergebnis exportiert, vgl. Abbildung 3.



**Abbildung 3: Aufgelöste Zentroide der Fläche Dummerstorf mit markierten Bereichen der Testschachtungen**

Im Rahmen von Testschachtungen zur Validierung ausgewählter Bereiche hat sich gezeigt, dass dichte Zentroid-Ansammlungen ein Indikator für lokale Ansammlungen sehr hoch- oder niedrig-permeabler Strukturen sein können, wie Granit-Steine im Falle der östlichen und nördlichen Testschachtungen. Im Zuge der westlichen Testschachtung konnte ein DN 100 Sauger aus Ton in einem Meter Tiefe gefunden werden. Basierend auf diesem Fund lässt sich ableiten, dass einzelne Zentroide in linearer Anordnung mit gleichmäßigen Abständen ein Indikator für vorhandene Tondrainagen sein könnten.



**Abbildung 4: Funde der Testschachtung auf der Fläche Dummerstorf (v.l.n.r.: Granit-Findlinge auf der östlichen Fläche, Granit-Steine auf der nördlichen Fläche, DN 100 Sauger auf der westlichen Fläche)**

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des EIP-Agri-Projekts *ratiogeo* konnte gezeigt werden, dass das Messsystem JESSY SMART unter Einsatz der SQUID-Technologie durchaus in der Lage ist, im Boden landwirtschaftlicher Flächen vergrabene Strukturen aufgrund ihrer magnetischen Signatur zu detektieren. Nach Abschluss des Projekts lassen sich zwei zentrale Herausforderungen identifizieren. Zum einen gilt es einen Ansatz zur Abgrenzung des Ziel-Messwertbereichs zum natürlichen Rauschsignal des landwirtschaftlichen Bodens zu erarbeiten, der allerdings aufgrund wechselnder Einflussfaktoren verschiedener Untersuchungsgebiete flexibel definierbar sein muss. Zum anderen ist eine Bibliothek typischer Signaturen aufzubauen, um z.B. große Steine und andere vergrabene Gegenstände von Dränrohren, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen können, zuverlässig trennen zu können. Ein erster Schritt in diese Richtung waren die durchgeführten Testschachtungen. Um nachhaltige Aussagen treffen zu können, sind allerdings weitere Referenzdaten erforderlich.

## Literatur

- CiS GmbH (2012): Meliorations- und Drainagemanagement für Landwirte - Praktische Nutzungsmöglichkeiten nach abgeschlossenen Projekten in Kooperation zwischen WBV und CiS GmbH Vortrag. URL (besucht am 05.08.2024): <http://docplayer.org/65660002-M-bothe-m-frey-dr-s-mohr.html>
- CiS GmbH (2013). Handlungsleitfaden Aufbau eines Informationssystems 3D-Boden inklusive Gewässer und Drainagen. - Bericht 22 S. URL (besucht am 05.08.2024): <http://docplayer.org/9257327-Handlungsleitfaden-aufbau-eines-informations-system-3d-boden-inklusive-gewaesser-und-drainagen.html>

# **Rostock 3D – Bei Tag und bei Nacht**



# Drohngestützte Erfassung der nächtlichen Lichtbelastung in Rostock

*Görres Grenzdoerffer, Thomas Wernicke*

Universität Rostock, Professur für Geodäsie und Geoinformatik,  
Justus-von-Liebig Weg 6, 18059 Rostock  
goerres.grenzdoerffer@uni-rostock.de, thomas.wernicke@uni-rostock.de

**Abstract.** Aus der Drohnenperspektive können auf kleinen Flächen, d.h. Quartiere, Straßenzüge, alle Lichtquellen erfasst, kartiert und hinsichtlich ihrer Beleuchtungsstärke / Leuchtdichte erstmals quantifiziert werden. Mit Flügen zu unterschiedlichen Zeitpunkten, können verschiedene Fragen zur spezifischen nächtlichen Lichtbelastung beantwortet werden, die in kommunalen Entscheidungsprozessen zur Beleuchtung städtischer Infrastruktur von Bedeutung sind. In der kommunalen Praxis betrifft das vor allem Fragen zur Energieeffizienz, der Sicherheit sowie dem Biodiversitätsschutz.

## 1 Lichtbelastung – nächtliche Beleuchtung

Der Begriff der Lichtverschmutzung (englisch light pollution), auch Lichtsmog oder Lichtverunreinigung genannt, ist in den letzten Jahren vermehrt in den Fokus gerückt. Da der Begriff Lichtverschmutzung sehr negativ konnotiert ist, soll im Rahmen des Beitrags von einer nächtlichen Lichtbelastung gesprochen werden. Darüber hinaus ist es leider überhaupt nicht klar, wann im Sinne von einem Grenzwert o.ä. genau von einer Lichtverschmutzung zu sprechen ist. Verursacht wird die Lichtbelastung vor allem durch künstliches Licht, das in den Nachtstunden nach oben hin abstrahlt. Das künstliche nächtliche Licht wird in erster Linie zur Beleuchtung des öffentlichen Raums verwendet. In diesem Zusammenhang gibt es natürlich auch Vorschriften und Normen, die z.B. die Beleuchtung von Straßen und Wegen regeln. In der aktuell gültigen Norm (DIN EN 13201, 2016) werden übergeordnete Straßen, Straßenkreuzungen, Straßeneinmündungen und gekennzeichnete Fußgängerüberwege stärker ausgeleuchtet als Nebenstraßen bzw. Anwohnerstraßen. Für Autofahrer ist die Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte für das Wahrnehmen von Fahrzeugen, Personen und Gegenständen auf bzw. dicht neben der Fahrbahn wichtig. Bei stark ungleich ausgeleuchteten

Flächen können ansonsten Hindernisse oder Fußgänger aufgrund zu geringer Kontraste gegenüber einem dunklen Hintergrund nicht wahrgenommen werden. Zusätzlich gibt es noch Vorschriften, die sich mit der Blendung innerhalb der Wohnung durch externe Lichtquellen beschäftigen. Unabhängig davon ist die Messung und Überprüfung der genannten Vorschriften aufwändig und in der Praxis teilweise unrealistisch. Deshalb bieten sich ergänzend zu terrestrischen Messungen nächtliche Drohnenflüge an, mit deren Hilfe die Leuchtdichte bzw. die Lichtbelastung recht elegant gemessen werden kann.

## **2 Nächtliche Drohnenflüge – wie funktioniert das?**

Für nächtliche Drohnenflüge gibt es interessanterweise keine speziellen rechtlichen Regelungen mehr. Gemäß der EU-Drohnenverordnung 2019/945 sind sie schlichtweg zulässig, wenn eine zertifizierte Drohne (C0 – C6) zum Einsatz kommt. Diese Drohnen müssen nämlich über eine geeignete Beleuchtung verfügen, um in der Nacht von anderen Luftverkehrsteilnehmern wahrgenommen zu werden. Gleichwohl sind Nachtbefliegungen in der Planung und Durchführung aufwändiger als Flüge am Tage. So funktionieren die Sensoren zur Hinderniserkennung nicht oder nur sehr eingeschränkt. D.h. die Start- und Landeplätze müssen bei Tageslicht schon erkundet und komplexe Flugmanöver sollten vermieden werden, da die Drohnen teilweise von Hand geflogen werden müssen. Unabhängig davon gelten alle Regeln der EU-Drohnenverordnung und der LuftVO mit den damit verbundenen geographischen Einschränkungen bei Drohnenflügen. Das macht insbesondere Flüge über bebautem Gebiet kompliziert.

Aufgrund der geringen Flughöhe von max. 120 m sind Drohnen generell nicht geeignet um eine Großstadt wie Rostock flächendeckend zu befliegen. Vielmehr sind sie ideal geeignet, um kleinere Bereiche / Quartiere abzudecken bzw. einzelne Objekte zu kartieren. Aufgrund langer Belichtungszeiten muss die Drohne während einer Aufnahme ruhig stehen bleiben, was bei wenig bzw. keinem Wind am besten gelingen kann. D.H. die Drohne bzw. der Gimbal müssen die Bewegungen der Drohne für 1 bis 3 Sekunden ausgleichen. Das verringert die Flächenleistung zusätzlich. Das gelingt häufig recht gut, aber nicht immer. D.h. die meisten Aufnahmen sind recht scharf, einige aber auch verwackelt und deshalb unscharf. Eine besondere Herausforderung sind die Zoom-Aufnahmen, hier ist eine präzise Stabilisierung noch wichtiger.

Um dennoch einen weiten Überblick zu bekommen, können Rundum-Panoramen ganzer Stadtviertel erzeugt werden. Damit kann ein größerer Bereich um den

---

jeweiligen Standort, wenn auch nur schrägblickend, abgedeckt werden (Grenzdörffer, 2022).

Bei Nachtaufnahmen gibt es aber mehrere Besonderheiten zu berücksichtigen:

1. Bei einem insgesamt dunklen Hintergrund muss die Belichtungszeit etc. an die Beleuchtungssituation angepasst werden, um auch weniger helle Bereiche abbilden zu können. Lange Belichtungszeiten wiederum bergen das Risiko von unscharfen Aufnahmen.
2. Wind, insbesondere böiger Wind, ist während des Drohnenflugs zu vermeiden, um bei Belichtungszeiten von 1 bis 3 Sekunden noch scharfe Aufnahmen zu erzielen.
3. Starke Lichtquellen können überbelichtet werden und ihre Umgebung überstrahlen.
4. Eine Erhöhung des ISO-Werts führt zu Bildrauschen, was bei dunklen Bildern problematisch ist.
5. In der Regel ist eine Nachbereitung der Bilder (Kontrastmanipulationen) notwendig, um die Helligkeitsunterschiede richtig abbilden zu können. Deshalb sollten die Aufnahmen im RAW-Format erfolgen.
6. Systematische Drohnenflüge sind prinzipiell per Hand auszulösen, da für eine Aufnahme die Drohne kurz in der Luft stehen bleiben muss, um anschließend zum nächsten Punkt weiterzufliegen. Das bedeutet, dass damit ein nächtlicher Bildflug mit einer Batterieladung eine wesentlich geringere Fläche abdecken kann als bei Tage.
7. Da eine hohe Bodenauflösung selten notwendig ist, kann die maximale Flughöhe von 120 m genutzt werden, um die Flächenleistung zu optimieren. Die Flughöhe hat einen weiteren Vorteil, denn der Geräuschpegel des Fluggeräts nimmt mit zunehmender Flughöhe ab und die Drohnengeräusche verschwinden in der Stadt häufig hinter dem Verkehrslärm. Nicht zuletzt kann man diese Flughöhe auch verwenden, um eine Ausnahme der LuftVO, § 21h zum Überflug über Wohngebieten in einer Höhe von 100 bis 120 m zu beanspruchen, die für nicht private Zwecke unter bestimmten Bedingungen gilt.
8. Falls eine Drohne mit einer RTK-Option ausgestattet ist, sind Orthomosaike recht einfach zu erstellen, anderenfalls sind beleuchtete Passpunkte zur Georeferenzierung erforderlich.

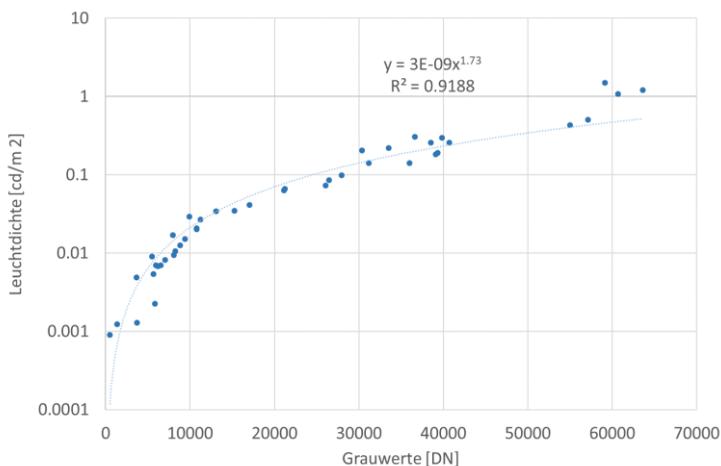
### 3 Kartierung der Leuchtdichte

Im Nachfolgenden wird anhand des Campus der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät (AUF) der Workflow zur Erzeugung einer Karte der Leuchtdichte dargestellt. Dazu wurde am 28.2.2024 ein systematischer Bildflug durchgeführt, um ein Orthomosaik zu erhalten. Im Zeitraum von 20:20 bis 20:32 Uhr wurden 4 Flugstreifen abgeflogen und aus 42 von Hand ausgelösten Einzelaufnahmen mit der Software Agisoft Metashape Professional 2.0.8. ein Orthomosaik berechnet.



**Abbildung 1: Digitales Orthomosaik der AUF aus 42 Einzelaufnahmen**

„Lichtpasspunkte“ wurden im Umfeld von mehreren Straßenlaternen und anderer Lichtquellen bestimmt. Die exakte Position der 48 Lichtpasspunkte wurde vorab mit einem RTK-GNSS eingemessen. Die Beleuchtungsstärke als auch die Leuchtdichte der einzelnen Punkte wurde am 28.02.24 im Anschluss an die Drohnenbefliegung gemessen. Die Leuchtdichte, d.h. das vom Boden reflektierte Licht, wurde mit dem Sky Quality Meter (SQM-L) der Firma Unihedron aus einer Höhe von ca. 1.5 m in Richtung Boden gemessen. Aufgrund des Öffnungswinkels des Sensors von  $20^\circ$  ergibt sich ein Bodenspot mit einem Durchmesser von 0.52 m. Gleichzeitig wurde die Leuchtstärke, d.h. das z.B. durch Straßenlaternen auf den Boden ausgestrahlte Licht hemisphärisch vom Boden aus mit einem Luxmeter (Chauvin Arnoux C.A 1110) gemessen.



**Abbildung 2: Statistischer Zusammenhang zwischen der gemessenen Leuchtdichte (=Lichtpasspunkte) und den Grauwerten des grünen Kanals**

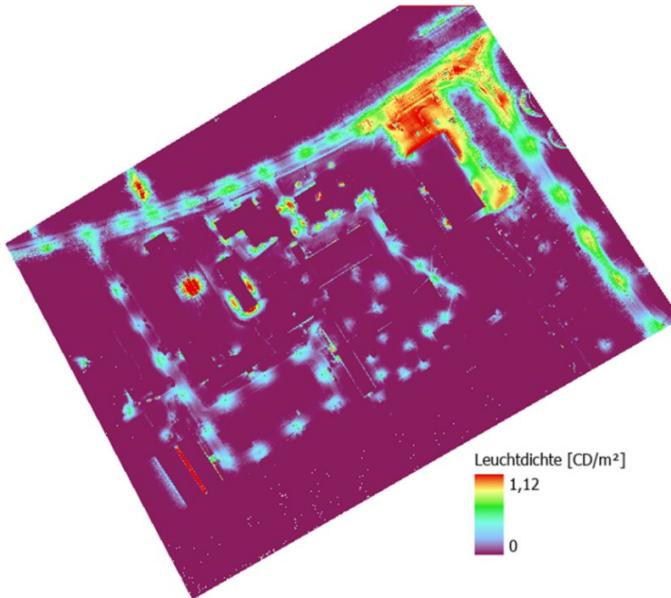
Das Sky Quality Meter (SQM) ist ein Gerät, das ursprünglich zur Messung der Himmelhelligkeit entwickelt wurde (Fiorentin et al., 2022). Die Skala ist logarithmisch aufgebaut. Ein Größenunterschied von 1 Magnitude (mag) entspricht einem Helligkeitsunterschied um den Faktor  $\sqrt[5]{100} \approx 2,511$ . Die Umrechnung der Mag-Werte des SQM in Leuchtdichte, die in  $\text{cd}/\text{m}^2$  gemessen wird, erfolgt mit folgender Formel:  $10.8 \times 10^4 \times 10^{(-0.4 * [\text{Mag}] )}$ .

Um die an den Lichtpasspunkten gemessenen Leuchtdichten auf die Fläche zu übertragen, wurde eine Regression gegenüber den Grauwerten des grünen Kanals berechnet (Abb. 2). Der grüne Wellenlängenbereich ist aus zwei Gesichtspunkten besonders geeignet. Zum einen bildet er zu ca. 70 % die spektrale Sensitivität des menschlichen Sehens ab (Masseti et al., 2022) und zum anderen ist er auch bei sehr hellen Lichtquellen nicht in die Sättigung gegangen, vgl. Abbildung 3.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit Drohnen können für kleine Gebiete, d.h. wenige Hektar, alle Lichtquellen erfasst, kartiert und im Hinblick auf ihre Beleuchtungsstärke / Leuchtdichte auch quantifiziert werden. Da zu unterschiedlichen Zeiten geflogen werden kann, können verschiedene Fragen zur konkreten Lichtbelastung und ggf. auch zum Fehlen von Licht beantwortet werden, die in der kommunalen Praxis von

Bedeutung sind. Digitale Drohnenkameras lassen sich spektral kalibrieren. Damit wird es zukünftig möglich sein, die Leuchtdichte direkt zu messen und auf zusätzliche Lichtpasspunkte zu verzichten.



**Abbildung 3: Leuchtdichtekarte der Drohnenbefliegung am 28.2.2024 für die AUF**

## Literatur

- DIN EN 13201-2: (2016) Straßenbeleuchtung - Teil 2: Gütemerkmale; Deutsche Fassung EN 13201-2:2015, DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/2275375>
- Grenzdörffer, G. (2022): Multiskalige Ermittlung der nächtlichen Lichtbelastung einer Kommune auf der Grundlage von Satelliten-, Drohnen- und stationären Kameradaten, S. 85-96 GIS.science 3/2022.
- Fiorentin, P., Binotto, R., Cavazzani, S., Bertolo, A., Ortolani, S., Saviane, I. (2022): Long-Time Trends in Night Sky Brightness and Ageing of SQM Radiometers. In: Remote Sensing 14 (22), S. 5787, DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/rs14225787>
- Massetti, L., Paterni, M., Merlino, S. (2022): Monitoring Light Pollution with an Unmanned Aerial Vehicle: A Case Study Comparing RGB Images and Night Ground Brightness. In: Remote Sensing 14 (9), S. 2052, DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/rs14092052>.

# Open-Source-Plugin für präzise 3D-Solarpotentialanalyse und Wirtschaftlichkeitsbewertung in der 3D-Umgebung VC Map

*Maximilian Sindram, Tim Balschmiter*

virtualcitysystems GmbH  
msindram@vc.systems

Kataster-, Vermessungs- und Liegenschaftsamt der Hanse- und Universitätsstadt  
Rostock  
tim.balschmiter@rostock.de

**Abstract.** Das Open-Source-Plugin VC Solar App für die ebenfalls Open-Source-basierte VC Map, eine WebGIS-Technologie, erweitert die bestehenden Funktionen zur Berechnung des Solarpotentials einer gesamten Stadt um die Möglichkeit, das Solarpotential von individuell bestimmbaren Flächen präzise zu ermitteln. Diese Flächen können dabei direkt in der 3D-Umgebung der VC Map gezeichnet werden, wodurch spezifische bauliche Besonderheiten wie Fenster, Türen, Schornsteine oder vergleichbare Strukturen individuell berücksichtigt werden können. Neben der großflächigen Analyse ermöglicht das Plugin somit auch gezielte Untersuchungen einzelner Fassaden und Dächer.

Ein herausragendes Merkmal des Plugins ist die Fähigkeit, Flächen nicht nur auf bestehenden Objekten zu zeichnen, sondern auch auf geplanten, noch nicht realisierten Gebäuden oder Infrastrukturvorhaben, wie zum Beispiel Straßen oder Brücken. Dies erlaubt eine vorausschauende Analyse des Solarpotentials zukünftiger Bauprojekte. Darüber hinaus kann das Plugin die Auswirkungen neuer Gebäude auf bestehende Solaranlagen analysieren, indem es beispielsweise mögliche Verschattungen, die die Effizienz bestehender Anlagen beeinträchtigen könnten, berücksichtigt.

Zusätzlich zur Solarpotentialanalyse integriert das Plugin eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Installation von Solaranlagen. Dies umfasst die Berechnung der Amortisationszeit, der möglichen Einsparungen durch Eigenverbrauch und Einspeisung ins Stromnetz sowie der gesamten Investitionskosten. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der

Umweltbewertung, wobei das Plugin das Einsparpotential an CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung von Solarenergie berechnet und ausgibt.

## 1 Einleitung

Die Solarenergie ist eines der Kernelemente der erneuerbaren Energien. Um eine effiziente Nutzung der Sonnenenergie zu gewährleisten, braucht es sorgfältige Planung und Analyse zur Bestimmung von Erträgen an Bauwerken und Freiflächen. Die Berechnungen im dreidimensionalen Raum basierend auf öffentlichen Daten steht gerade erst am Anfang. Die Hanse- und Universitätsstadt Rostock hat bereits 2011 für das gesamte Stadtgebiet das Solarpotential für die Dachflächen ermitteln lassen. Diese Berechnungen basieren auf den amtlichen Gebäudegrundrissen und den hinterlegten, vorherrschenden Dachformen.

Die 3D-Solarpotenzialanalyse von Virtual City Systems ist eine Lösung, bei der sich die Innovation sich dadurch auszeichnet, dass die globale, direkte und diffuse Einstrahlung für sämtliche Dachformen und Wandoberflächen unabhängig von der Objektart berechnet wird. So liefert die 3D-Solarpotenzialanalyse sehr präzise, auf ausgewählte Flächen, Standorte oder ganze Gebiete zugeschnittene Ergebnisse.

Entscheidend ist, dass diese Analysen über reine Oberflächenbetrachtungen hinausgehen. Sie beziehen verschattende Objekte wie die Vegetation oder das Gelände ein und berücksichtigen deren Einfluss auf die Sonneneinstrahlung (Willenborg, 2018). Durch die Bewertung verschiedener Flächen können Nutzer optimale Standorte für Photovoltaikanlagen (PV) ermitteln und so die Effizienz der Energieerzeugung maximieren.

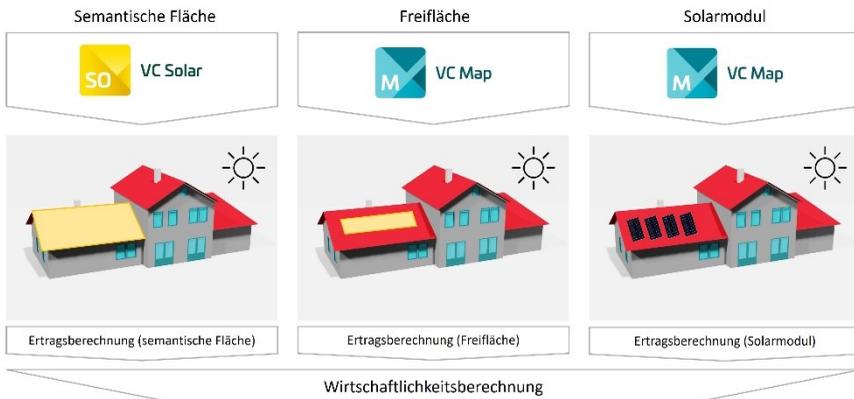
Die Stadtverwaltung Rostock inklusive aller Beteiligungsunternehmen und Eigenbetriebe hat beschlossen bis 2035 klimaneutral zu sein<sup>1</sup>, d.h. es bedarf eines merklichen Umstiegs von fossilen auf erneuerbare Energieträger. Das von der Stadt Rostock als Open Source (<https://github.com/virtualcitySYSTEMS/map-solar-revenue>) beauftragte VC Map Plugin zur Bestimmung von Wirtschaftlichkeit und CO<sub>2</sub>-Einsparung soll Privatpersonen, Unternehmen und die öffentliche Verwaltung motivierend beim Umstieg unterstützen. Sowohl die clientseitige Analyse als auch die nutzerfreundliche Handhabung hebt die Bewertung und Nutzung der Sonnenenergie auf ein weiteres neues Level.

---

<sup>1</sup> <https://ksd.rostock.de/bi/to020?TOLFDNR=7145289>

## 2 Dynamische Berechnung der solaren Einstrahlung

Die Berechnung der solaren Einstrahlungsmenge ergibt sich aus den Komponenten der Direktstrahlung und der Diffusstrahlung. Die Direktstrahlung bildet dabei den Anteil der solaren Einstrahlung, der durch die direkte Sonneneinstrahlung auf eine Fläche trifft, ohne dabei in der Atmosphäre gestreut zu werden. Der Anteil der Sonnenstrahlen, die an Partikeln in der Atmosphäre gestreut werden und als gestreute Energiemenge auf eine Fläche trifft, wird durch die diffuse Strahlung repräsentiert. Die Summe beider Strahlungskomponenten – die Globalstrahlung – ergibt die für eine PV-Nutzung zur Verfügung stehende Energie (Zahn, 2015).



**Abbildung 1: Methoden zur Berechnung der solaren Einstrahlung**

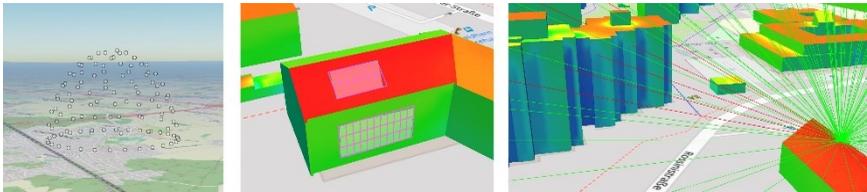
In VC Solar kann die solare Einstrahlung auf zwei verschieden Arten bereitgestellt werden (siehe Abbildung 1).

**Semantische Fläche:** In einem vorgelagerten Prozess wird die solare Einstrahlung auf der Basis eines CityGML-Stadtmodells flächendeckend vorge-rechnet (Willenborg, 2017). Die Einstrahlungsmengen werden auf semantische Flächen (z.B. Dachflächen und Wandflächen) aggregiert und als generische Attribute an diese gehängt. Dieser Prozess kann als sog. Snapshot verstanden werden, da eine nachträgliche Änderung am Stadtmodell zu einer Neuberechnung des gesamten Gebiets führt. Zusätzlich werden hier lediglich die Objekte als Verschattungsobjekte berücksichtigt, die im CityGML-Stadtmodell vorliegen. Meist sind Dachaufbauten und weitere Gebäudedetails in diesen Modellen nicht modelliert. So können stärkere Abweichungen durch fehlende Verschattungs-

effekte auftreten. Darüber hinaus beziehen sich die solaren Einstrahlungswerte stets auf die gesamte Fläche. Eine Auswahl einer Teilfläche ist hier nicht möglich.

**Freifläche:** In der VC Solar App ist es möglich eine beliebige Freifläche zu zeichnen und somit spezifisch und präzise die Fläche der PV-Anlage zu definieren. Dachgauben und weitere Aufbauten, auf denen keine PV-Module aufgebracht werden können, fließen somit nicht in die Berechnung ein. Ein wesentlicher Unterschied zur Methode *Semantische Flächen* besteht darin, dass die Berechnung der solaren Einstrahlung „live“ in der VC Map erfolgt und somit keine rechenintensive Neuberechnung des kompletten Modells erfolgen muss.

Beide Berechnungsmethoden werden auf der Basis eines Ray-Tracing-Verfahrens implementiert (Abbildung 2).



**Abbildung 2: (links) Virtuelle Hemisphärenkuppel zur Berechnung der diffusen Einstrahlung, (mitte) Gitter auf Berechnung, (rechts) Schnittprüfung**

Für die Direktstrahlung werden die exakten Sonnenstände als Punkte über dem Berechnungsgebiet benötigt. Sie geben den zu einem bestimmten Zeitpunkt gültigen Sonnenstand wieder. Für die diffuse Strahlung wird ebenfalls eine virtuelle Repräsentation in Form einer Punktmenge als Hemisphärenkuppel erzeugt. Für alle Punkte eines regulären Punktgitters auf den gezeichneten Flächen werden Strahlen (Rays) zu allen Sonnenpunkten und Hemisphärenpunkten generiert und auf Schnittfreiheit mit den umliegenden Objekten geprüft. Die Menge der diffusen Einstrahlung ergibt sich aus der Summe aller ungeschnittenen Strahlen zur Hemisphärenkuppel. Die Direktstrahlung ergibt sich aus der Summe aller ungeschnittenen Strahlen zu den Sonnenpunkten (Zahn, 2015). Um die lokalen klimatischen Gegebenheiten zu berücksichtigen, werden diese Einstrahlungswerte mittels Inputdaten aus einer NASA-Datenbank kalibriert. Die Daten geben weltweit die lokalen Einstrahlungswerte im 22-jährigen Mittel wieder.

Im Vergleich zu den etablierten Solarkataster-Anwendungen können mit VC Solar App dynamische Fragestellungen bearbeitet und beantwortet werden. Abbildung 3 illustriert ein Planungsszenario, bei dem der Baukörper eines

geplanten Mehrfamilienhauses in die aktuelle Szene geladen wurde. Die veränderten Verschattungseffekte können direkt in der Anwendung neu berechnet werden, um einen „Vorher-Nachher-Vergleich“ als Entscheidungshilfe im weiteren Planungsverlauf zu erzeugen.

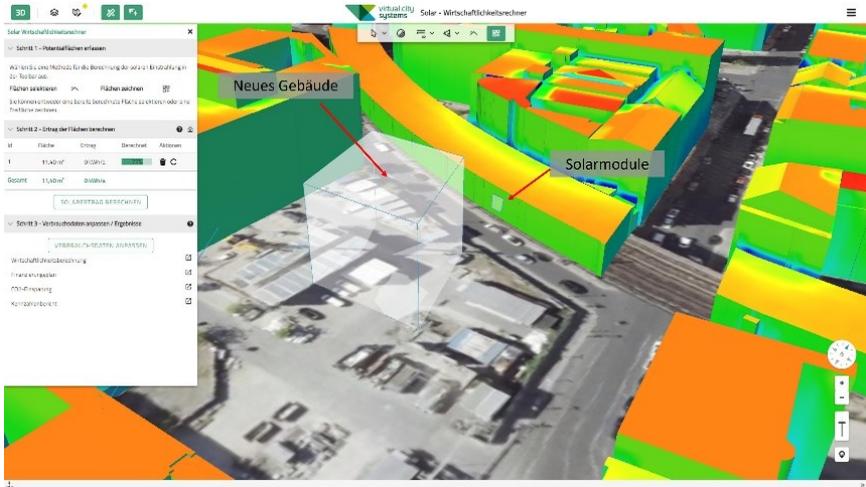


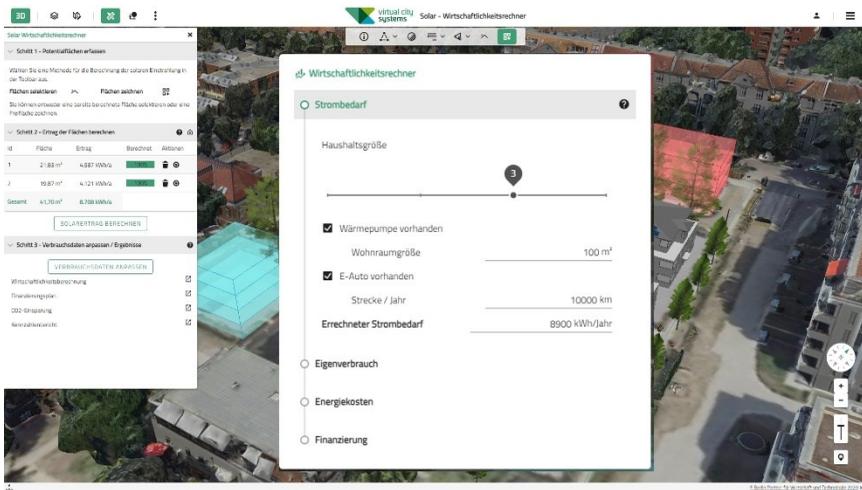
Abbildung 3: Berücksichtigung von Planungsmodellen

### 3 Wirtschaftlichkeitsberechnung und CO<sub>2</sub>-Einsparpotential

Neben der Ermittlung der potenziellen solaren Einstrahlungsmenge stehen vor allem Fragen zur Wirtschaftlichkeit und dem CO<sub>2</sub>-Einsparpotential im Vordergrund (Abbildung 4).

Das Verbrauchsverhalten kann von jedem Nutzer individuell definiert werden, um die Wirtschaftlichkeitsberechnung daran anzupassen. Neben der Angabe des persönlichen Strombedarfs, dem Eigenverbrauchsanteil und den Energiekosten können Angaben zu einer optionalen Finanzierung gemacht werden.

Auf der Basis dieser Werte in Kombination mit den solaren Energieertragsmengen werden dann umfangreiche Ergebnisse in Form von Tabellen und Grafiken erzeugt und in der Anwendung bereitgestellt.



**Abbildung 4: Anpassung der Verbrauchsdaten. Beispiel: Angaben zum personalisierten Strombedarf**

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Zukünftig soll das Plugin eine Auswahl verschiedener Solarpanels ermöglichen und die optimale Anordnung der Panels im gezeichneten Bereich vorschlagen. Alternativ können die Module auch ganz individuell platziert werden (Abbildung 1). Diese Funktion soll es ebenfalls ermöglichen, dass die Panels auf Freiflächen unter Berücksichtigung des Digitalen Geländemodells (DGM) mit dem optimalen Neigungswinkel positioniert werden, um die maximale Effizienz zu gewährleisten.

Darüber hinaus sollen die Informationen des Plugins zukünftig mit einem Solarkataster verschnitten werden, wodurch neue Analysemöglichkeiten entstehen. Diese erweiterten Analysemöglichkeiten können für verschiedene Funktionen der Stadtverwaltung genutzt werden, wie zum Beispiel die Optimierung der städtischen Energieplanung, die Förderung von Solaranlagen durch gezielte Subventionen oder die Integration in städtebauliche Entwicklungsprojekte. Durch diese umfassenden Funktionen bietet das Plugin wertvolle Unterstützung für Stadtplaner, Investoren und Privatpersonen, die nachhaltige Energielösungen umsetzen möchten.

## Literatur

- Willenborg, B., Sindram, M., Kolbe, T. H. (2017): Applications of 3D City Models for a better understanding of the Built Environment. In: Behnisch, M., Meinel, G. (Hrsg.): Trends in Spatial Analysis and Modelling. Springer International Publishing, Page 167-191.
- Willenborg, B., Pültz, M., Kolbe, T. H. (2018): Integration of Semantic 3D City Models and 3D Mesh Models for Accuracy Improvements of Solar Potential Analyses. Proceedings of the 13th International 3D GeoInfo Conference 2018, ISPRS Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Page 223-230.
- Zahn, W. (2015): Sonneneinstrahlungsanalyse auf und Informationsanreicherung von großen 3D-Stadtmodellen im CityGML-Schema. Masterthesis am Lehrstuhl für Geoinformatik der Technischen Universität München



# **Firmendarstellungen**

**virtualcitysystems GmbH**

**ENEKA Energie & Karten GmbH**

**Hochschule Anhalt - University of Applied Sciences**

**LAIV M-V / Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Kataster-  
wesen**

**Dataport**

**DVZ Datenverarbeitungszentrum M-V GmbH**





virtualcitysystems GmbH

10789 Berlin, Tauentzienstraße 7 b-c

Telefon: +49 30 8904 87110

E-Mail: [info@vc.systems](mailto:info@vc.systems)

Internet: <https://vc.systems/>

---

## VIRTUAL CITY SYSTEMS STELLT SICH VOR

### **Virtual City Systems – Experten für innovative Lösungen zum Verwalten, Verteilen und Nutzen von digitalen 3D-Stadtmodellen.**

Virtual City Systems ist ein Softwarehaus mit Sitz in Berlin und Grafing bei München. Seit 2005 unterstützen wir unsere Kunden bei der Erstellung, Pflege und Nutzung von 3D-Stadtmodellen.

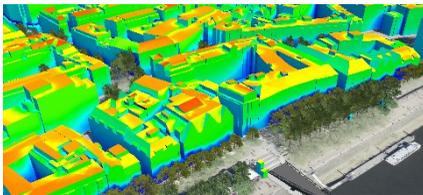
Wir sind davon überzeugt, dass 3D-Geoinformationen und darauf aufbauende Digitale Zwillinge von Städten eine wesentliche Grundlage bilden, um die komplexen Herausforderungen unserer urbanen Realität zu verstehen, zu gestalten und zu lösen.

Unsere Vision ist die Nutzung von Digitalen Zwillingen als zukunftsweisende Plattform, die dem Management urbaner Ressourcen und Infrastrukturen dient und Daten integriert und vernetzt.

Wir stehen für eine Technologie, die die fachübergreifende Zusammenarbeit und transparente Kommunikation in der Stadtentwicklung verbessert – für nachhaltige Entscheidungen in Städten und Kommunen.

Aus Überzeugung setzen wir auf Open Source Software als Basis unserer modularen Anwendungen und sind spezialisiert auf offene Standards und Schnittstellen.

Virtual City Systems ist Teil der internationalen CADFEM Group, einer der weltweit führenden Anbieter von Simulationslösungen.



## LEISTUNGSSPEKTRUM

Unsere Software und Expertise umfassen Lösungen für:

- 3D-Geodateninfrastruktur
- 3D-Stadtmodelle
- Digitale Stadtplanung
- XPlanung in 3D
- Urbane Simulationen, wie beispielsweise von 3D-Solarpotenzial, Starkregen und Hochwasser, Wind sowie Detonation von Blindgängern

## DIGITALE ZWILLINGE UND SMART CITY IM FOKUS

Digitale Zwillinge als Herzstück der Smart City sind von zentraler Bedeutung für die Bewältigung komplexer städtischer Probleme.

Sie erleichtern die gesamtstädtische Planung, Echtzeitsimulationen und datengestützte Entscheidungen für die Anpassung an klimatische Veränderungen.

Die Integration verschiedener Datenquellen ermöglicht einen ganzheitlichen Blick auf die städtische Dynamik und unterstützt ein effizientes Ressourcenmanagement.

Die Einbindung eines breiten Spektrums von Interessengruppen im Digitalen Zwilling fördert Transparenz und gemeinsame Problemlösungen und rationalisiert die Stadtverwaltung.

Digitale Zwillinge und Smart Cities sind also wichtige Instrumente für ein modernes Stadtmanagement, das inmitten wachsender Herausforderungen nachhaltige und anpassungsfähige städtische Umgebungen fördert.

## REFERENZEN

### **Kommunale Nutzer**

Rostock, Berlin, Hannover, Freiburg, Wiesbaden, Münster, Dresden, Frankfurt a.M., Dortmund

### **Wirtschaft**

Deutsche Bahn AG, BASF SE, Thyssenkrupp AG, STRABAG SE

### **Landesebene**

LAiV Mecklenburg-Vorpommern, Geoinformation Bremen, LGV Hamburg, LDBV Bayern, LGL Baden-Württemberg

### **International**

Helsinki, Rotterdam, Singapur, Wien, Poznan, Zürich, Dänemark



ENEKA Energie & Karten GmbH

Richard-Wagner-Straße 1a, 18055 Rostock

Telefon: +49 (0)381 26 05 34 20

E-Mail: [energieplanung@eneka.de](mailto:energieplanung@eneka.de)

Internet: [www.eneka.de](http://www.eneka.de)

## ENEKA

Die ENEKA Energie & Karten GmbH ist ein innovatives junges Unternehmen mit Sitz in Rostock. ENEKA entwickelt und vertreibt kartografische Software-Produkte für Aufgaben der kommunalen energetischen Stadtentwicklung. Gegründet wurde ENEKA im Jahr 2019 und zählt mittlerweile 22 Mitarbeitende.

ENEKA bietet einen innovativen digitalen Ansatz: eine prozessorientierte, intuitiv bedienbare kartografische Software-Toolbox ENEKA.Energieplanung (E.EP), welche insbesondere die Erstellung kommunaler Wärmepläne oder energetischer Quartierskonzepte unterstützt. Die Arbeitsschritte Datenerhebung, Analyse, Planung und Kontrolle von energierelevanten, georeferenzierten und gebäudebezogenen Daten und Maßnahmen werden in einem holistischen, prozessorientierten System bearbeitet. Dadurch werden Planungsverfahren und Kommunikationsprozesse effektiv beschleunigt.

Das Angebot von ENEKA bietet die Chance, Energiewende, Stadtentwicklung und Digitalisierung zusammen zu denken und umzusetzen.

- » **Energiewende**
- » **Digitalisierung**
- » **Stadtentwicklung**

Gemeinsam denken.



**ENEKA.Energieplanung**

ENEKA.Energieplanung (E.EP) stellt einen digitalen Zwilling für das jeweilige Projektgebiet bereit. Dieser steht sowohl als Datenbasis als auch als fortschreibbares Werkzeug zur kontinuierlichen Verwendung zur Verfügung. Der

Kernansatz der Systemarchitektur ist die Gebäudezentrierung: alle Informationen wie Potenziale, Bedarfe, Versorgungsarten etc. werden am Gebäude verortet und sind stufenlos über alle Maßstabsebenen räumlich skalierbar. Vom einzelnen Gebäude über Quartiere, Kommunen, Landkreise bis hin zum gesamten Bundesland.



**Abbildung: ENEKA.Energieplanung ist skalierbar anwendbar vom Gebäude, Quartier, Kommune, Landkreis bis zum Bundesland**

ENEKA setzt auf die Umsetzung von Standards aus den Bereichen Geodateninfrastrukturen und E-Government. Der digitale Zwilling wird mit Geobasisdaten geschaffen und bezieht die Gebäude aus den ALKIS-Datenbeständen. Der Auftraggeber ist somit stets Herr über seine Daten: z.B. stehen jederzeit vollumfängliche Datenexporte inkl. der georeferenzierten Gebäudepolygone und der zugehörigen energetischen Daten zur Verfügung. Die Nutzung von Geowebdiensten oder Dateiformaten wie z.B. \*.shp oder GeoJSON garantieren eine nahtlose Integration in bestehende Geodateninfrastrukturen.

Die Nutzeroberfläche folgt strikt einem visuell-kartografischen Ansatz, nach dem Motto: „Sehen heißt verstehen“. Ziel ist es, die Bearbeitung und Beteiligung der verschiedenen Akteure zu vereinfachen und damit Kommunikations- und Entscheidungsprozesse zu verkürzen.

## **ENEKA ist Preisträger beim Innovationspreis für Klima und Umwelt 2022!**



ENEKA wurde für die Innovationskraft von ENEKA.Energieplanung und seiner Bedeutung im Einsatz für eine beschleunigte Energiewende vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz am 16.05.2022 mit dem Deutschen Innovationspreis für Klima und Umwelt (IKU) in der Kategorie „Nutzung des digitalen Wandels für klima- und umweltfreundliche Innovationen“ ausgezeichnet.

Die Software Toolbox entstand aus der Zusammenführung mehrjähriger Entwicklungsarbeiten für den Aufbau von Energie-Geodateninfrastrukturen für kommunale Energiewendeprozesse sowie Forschungsarbeiten zum Thema GIS und Geodaten für Energieleitplanung. Kommerzielle Projekte sind deutschlandweit aufsetzbar; über Referenzen verfügen wir mittlerweile in fast allen Bundesländern. Die größten Projektgebiete/Referenzen sind beispielsweise die Stadt Leipzig mit ca. 600.000 Einwohnern sowie das Versorgungsgebiet der WEMAG mit 240 Kommunen





**HOCHSCHULE  
ANHALT** University  
of Applied Sciences

Fachbereich Architektur, Facility  
Management und Geoinformation  
Campus Dessau

Hochschule Anhalt, FB 3, IGV

Bauhausstraße 8, 06846 Dessau-Roßlau

Telefon: 0340/51971573, Fax:  
0340/5197/3733

E-Mail: [matthias.voelzke@hs-anhalt.de](mailto:matthias.voelzke@hs-anhalt.de)

Internet: [https://www.hs-an-halt.de/studien-  
orientierung/studienangebot/de-  
tail/vermessung-und-geoinformatik-mvd.html](https://www.hs-an-halt.de/studien/orientierung/studienangebot/detail/vermessung-und-geoinformatik-mvd.html)

---

## DUALER MASTER VERMESSUNG & GEOINFORMATIK

Ein festes Einkommen bereits während des Studiums und eine optimale Verzahnung von Praxis und Theorie – nebst einer Übernahmegarantie nach dem Studium: Das bietet der neue DUALe Masterstudiengang „Vermessung und Geoinformatik“ an der Hochschule Anhalt. Ab Wintersemester 2024/25 sorgt dieser Studiengang gemeinsam mit einem selbstgewählten Ausbildungspartner für eine praktisch-technische Berufsausbildung bei gleichzeitiger finanzieller Sicherheit, während am Campus Dessau die wissenschaftlich fundierte Ausbildung stattfindet.

Geoinformatiker erstellen innovative Karten und Geoinformationsprodukte und interpretieren diese. Sie sind Experten im Umgang mit Grundstücksgrenzen, Bauwerken und topografischen Besonderheiten. Mithilfe moderner Technologien und Sensoren sammeln sie Daten mittels Drohnen, Flugzeugen oder Satelliten. Daraus erstellen sie thematische Karten und Pläne für viele verschiedene Anwendungsbereiche, bspw. für die Bau- und Energieplanung, das Umweltmonitoring oder das Liegenschaftswesen.

Der Studiengang vermittelt praktische Fähigkeiten, rechtliches Wissen und Mechanismen der Verwaltungsarbeit. Studierende werden auf Führungsaufgaben vorbereitet und können an Forschungsprojekten teilnehmen. Dies bietet eine umfassende, praxis-orientierte Ausbildung.

Das duale Studium Vermessung und Geoinformatik kombiniert Präsenz- und Online-Lehre. Theorie wird am Campus Dessau vermittelt, die praktische Ausbildung erfolgt beim Ausbildungsbetrieb bzw. der Ausbildungsbehörde während der vorlesungsfreien Zeit. Praxispartner wie das Bezirksamt Treptow-Köpenick oder der Landkreis Nordwestmecklenburg unterstützen das Programm, um dem Fachkräftemangel im Bereich Vermessung und Geoinformationswesen entgegenzuwirken.

## BESONDERHEIT: PRAXISTRANSFERPROJEKTE

Eine Besonderheit beinhaltet der Studienplan dieses dualen Masterstudiums: Zwei Praxistransferprojekte, welche im Curriculum des 1. und 2. Fachsemesters fest verankert sind und i.d.R. an den Dienststellen der kooperierenden Praxispartner durchgeführt werden. Die Durchführung der Praxistransferprojekte findet jeweils in der 6. bis einschließlich 15. Semesterwoche des 1. und 2. Fachsemesters statt. Damit stellen die Praxistransferprojekte das „Herzstück“ dieses Studienkonzeptes dar, da hier unmittelbar im Semester die Verzahnung mit dem Praxispartner ermöglicht wird.

Die Praxistransferprojekte selbst umfassen Ausarbeitungen, bei welchen die Inhalte eines oder mehrerer Module aus dem Studium auf ein Praxisbeispiel angewendet werden. Während dieser Phase finden Online-Lehrveranstaltungen zu festen Terminen statt. Die Termine der Online-Lehrveranstaltungen werden den Studierenden zu Beginn des jeweiligen Fachsemesters mitgeteilt. Die Aufgabenstellung der Praxistransferprojekte wird von den kooperierenden Praxispartnern herausgegeben, die Umsetzung wird durch einen hauptamtlich im Studiengang Lehrenden begleitet.

## ZIELGRUPPEN UND ZUGANG ZUM STUDIUM

Zum Wintersemester 2024/25 erfolgen die ersten Immatrikulationen in den neuen konsekutiven Masterstudiengang „Vermessung und Geoinformatik Dual“.

Erfahrungen aus der Online-Lehre des früheren berufsbegleitenden Online-Masterstudiengangs GIS fließen in den dualen Masterstudiengang mit ein. Das moderne Konzept des mobilen Studierens soll damit auch Studieninteressenten weit über die Grenzen Sachsen-Anhalts hinweg ansprechen.

Eine nicht-duale (klassische) Studienvariante wird über eine Ergänzungsordnung realisiert. Hier treten wissenschaftliche Projekte an die Stelle der Praxistransferprojekte.

Das reguläre Studienangebot umfasst 90 ECTS.

Weitere Informationen zum Masterstudiengang „Vermessung und Geoinformatik Dual“ finden Sie auf der Studiengangs-Website:

<https://www.hs-anhalt.de/studieren/orientierung/studienangebot/detail/vermessung-und-geoinformatik-mvd.html>



LAiV M-V / AFGVK Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen

19059 Schwerin, Lübecker Str. 289

Telefon: 0385/58856860

E-Mail: [geodatenervice@laiv-mv.de](mailto:geodatenervice@laiv-mv.de)

Internet: [www.laiv-mv.de](http://www.laiv-mv.de)

---

## AFGVK M-V STELLT SICH VOR

Das Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen (AfGVK) im Landesamt für innere Verwaltung (LAiV) ist die für das amtliche Vermessungswesen des Landes zuständige obere Vermessungs- und Geoinformationsbehörde. Aufgabe des amtlichen Vermessungswesens ist es, die Geobasisdaten für die Landesfläche zu erheben und landesweit nachzuweisen.

Geobasisdaten beschreiben die Erscheinungsform der Erde (Topographie) und die Liegenschaften (Flurstücke und Gebäude) mit ihren grundstücksgleichen Rechten. Sie sind in einem einheitlichen Raumbezug definiert und haben für die vielfältigen Bedürfnisse von Politik, Verwaltung und Wirtschaft eine herausragende Bedeutung. Geobasisdaten werden u. a. für die Erhebung, den Nachweis und die Präsentation von Geofachdaten benötigt.

Die Topographie der Erdoberfläche wird im Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) geführt und für vielfältige Nutzungen angeboten. Bestandteile von ATKIS sind neben den Digitalen Landschaftsmodellen (DLM) und den Digitalen Geländemodellen (DGM) auch die Digitalen Oberflächenmodelle (DOM), die Digitalen Orthofotos (DOP) und die Digitalen Topographischen Karten (DTK).

Die Daten über Liegenschaften werden im Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) geführt.

Die Geobasisdaten sind Teil der Geodateninfrastruktur Mecklenburg-Vorpommerns (GDI-MV).

Das Amt ist darüber hinaus Aufgabenträger unter anderem der:

- Geschäftsstelle des Prüfungsausschusses für das 1. Einstiegsamt der Laufbahngruppe 2 des technischen Dienstes im Bereich Vermessungswesen und Zuständige Stelle nach dem Berufsbildungsgesetz für Geomatiker und Vermessungstechniker,
- Geschäftsstelle des Oberen Gutachterausschusses für Grundstückswertermittlung,
- Koordinierungsstelle für das Geoinformationswesen sowie
- Fachaufsicht über die Vermessungsstellen.



Dataport AöR

Altenholzer Straße 10-14, 24161 Altenholz

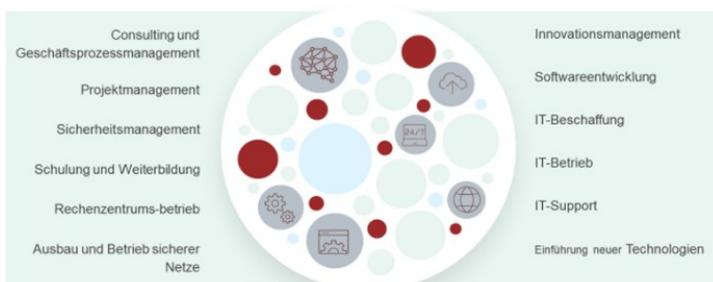
Telefon: 0431/ 3295-0

E-Mail: [poststelle@dataport.de](mailto:poststelle@dataport.de)

Internet: [www.dataport.de](http://www.dataport.de)

## DATAPORT – DER DIENSTLEISTER AUS DEM NORDEN

### Unsere Leistungen im Überblick:



## PARTNER FÜR DIE DIGITALISIERUNG VON LÄNDERN UND KOMMUNEN

- Im Dataport-Verbund gestalten wir gemeinsam mit Ländern und Kommunen den digitalen Wandel.
- Wir treiben die föderale IT-Kooperation voran und unterstützen die Zusammenarbeit der öffentlichen Verwaltung auf allen Ebenen.

## DATAPORT IN ZAHLEN



## Das Competence-Centrum Geoinformation:

- 5 Gruppen mit über 50 Kollegen
- Die Matrix-Organisation umfasst zusätzlich ein Entwicklungsteam (12 Köpfe), TVM-Team (6 Köpfe) und die Kundenbetreuung (1 Kopf)
- Hybrider Organisations-Ansatz, aber mit klarer Themen- und Technologieverantwortung pro Gruppe



- lösungsunabhängige Beratung (vom Geschäftsprozess bis zur Produktion)
- Klare Themenverantwortung und Zuständigkeiten
- mehr Qualität als Quantität (Spezialisierung auf ESRI & Partner Technologie und Open Source SW Stack)
- Ausbau von Kooperationen und gemeinsamen Projekten
- Aktive Förderung von Open-Source-Technologien, ohne ESRI zu vernachlässigen
- Aktive Förderung der Geoinformation auf allen Verwaltungsebenen (Bund, Land und Kommunen)
- Förderung & Nachnutzung von Projekten / SW-Produkten unserer Länder
- Förderung von Zukunftstechnologie und Digitalisierung über die Geoinformation hinaus (KI, IoT, Datenplattformen etc.)

### Besuchen Sie uns auch online:

Geodaten: <https://www.dataport.de/unsere-themen/geodaten/>

Dataport: <https://www.dataport.de/unsere-themen/geodaten/>



DVZ Datenverarbeitungszentrum  
Mecklenburg-Vorpommern GmbH

DVZ Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern GmbH

19059 Schwerin, Lübecker Straße 283

Telefon: 0385/48000, Fax: 0385/4800487

E-Mail: [marketing@dvz-mv.de](mailto:marketing@dvz-mv.de)

Internet: [www.dvz-mv.de](http://www.dvz-mv.de)

---

## DVZ STELLT SICH VOR

Die DVZ Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern GmbH ist der IT-Service-Provider der Landesverwaltung in Mecklenburg-Vorpommern mit Sitz in Schwerin. Unsere mehr als 700 hochqualifizierten Mitarbeiter nutzen täglich verschiedenste Kompetenzen, um Verwaltungs-Know-how mit zukunftsorientierter Informations- und Kommunikationstechnologie zu verbinden. Denn als langjähriger Partner des öffentlichen Sektors stehen wir gemeinsam vor der Herausforderung, die Verwaltung mit modernsten IT-Lösungen auf dem Weg zum rund um die Uhr erreichbaren Bürgerdienstleister zu begleiten.

Dabei haben Anforderungen nach höchstmöglicher Sicherheit, uneingeschränktem Datenschutz und permanenter Verfügbarkeit für unser Handeln oberste Priorität. Sie sind Maßstab für die Entwicklung zukunftsweisender, durchgängig vernetzter und medienbruchfreier Dienste, aber auch für den Betrieb des eigenen Rechenzentrums. Consulting- und Compliance-Leistungen gehören ebenso zu unseren Kernkompetenzen wie der Betrieb sicherer Kommunikationsinfrastrukturen oder die Entwicklung eigener Applikationen, Dienste und Servicemodelle. So sind durch uns entwickelte, betreute und betriebene Fachapplikationen, beispielsweise in den Bereichen Justiz, Innere Sicherheit, Personenstandswesen oder Geoinformation, vollumfänglich in die Arbeit der Verwaltung integriert und in einer zunehmend mit dem Bürger vernetzten Verwaltung nicht mehr wegzudenken.

Unsere Kernkompetenzen liegen unter anderem in den Geschäftsfeldern:

- IT-Consulting
- IT-Compliance und Security
- Fachapplikationen
- Managed Services
- Sicherheitsinfrastrukturen
- Rechenzentrum
- Zentrale Beschaffung

- Technischer Service
- Seminare und Trainings

## LEISTUNGSSPEKTRUM BEREICH GEOINFORMATION

- Aufbau und Betrieb von Geodateninfrastrukturen
- Konzeption und Entwicklung von WebGIS-Fachanwendungen für verschiedenste Fachgebiete
- Betrieb und Betreuung von vernetzten Geoinformationssystemen und Geoservern und deren Fachanwendungen
- Schulung und Beratung zu Geoinformationssystemen und -themen
- Mitarbeit in Vereinen und Netzwerken der Geoinformationswirtschaft M-V

## THEMENSCHWERPUNKTE

- Betrieb und Weiterentwicklung der Geodateninfrastruktur M-V
  - GeoPortal.MV
  - Metainformationssystem
  - GAIA-MVlight und GAIA-MVprofessional
  - GeoWebDienste nach OGC, GDI-DE und INSPIRE
  - Sicherheits- und Abrechnungsstrukturen
  - Vernetzung mit anderen Geodateninfrastrukturen
- Entwicklung und Betrieb von WebGIS-Fachapplikationen
- Lösung (API) zur Integration von Geodaten in Web-Präsentationen
- Betrieb und Betreuung der zentralen Datenbanken für Geobasisdaten (ALKIS, ATKIS, AFIS)
- Aufbereitung und Abgabe von Geodaten an Nutzer

## REFERENZEN (AUSWAHL)

- Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern
- Landesforst Mecklenburg-Vorpommern
- Ministerien Mecklenburg-Vorpommerns
- Landesamt für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern
- Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern mbH
- Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg