



RUNDER TISCH GIS E.V.

Trendanalyse INTERGEO 2023

Benedikt Schwab¹, Marija Knezevic¹, Joseph Gitahi¹, Olaf Wysocki², Khaoula Kanna¹,
Çeltina Balaj³, Thomas Fröch³, Ying Lu³, Sarah Ovais³, Tanja Pilz³, Dawson Stout³

¹ Lehrstuhl für Geoinformatik, Technische Universität München (TUM)

² Lehrstuhl für Photogrammetrie und Fernerkundung, TUM, ³ Studierende der TUM

Vorwort

Vom 10. bis 12. Oktober 2023 fand die Weltleitmesse für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement INTERGEO nach sechs Jahren wieder in Berlin statt. Rund 17.000 Interessierte aus 110 Nationen besuchten die 570 Aussteller aus über 40 Ländern, was die internationale Bedeutung der Messe eindrucksvoll unterstrich. Neben den zahlreichen Fachvorträgen profitierten die Besucher auch von den Präsentationen der integrierten BIM-Tage Deutschland, welche eine Plattform zur intensiven Vernetzung zwischen der Geo- und Baubranche bot.

Zum 20. Mal in Folge untersuchte ein Team aus Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Geoinformatik der Technischen Universität München die Trendthemen auf der INTERGEO. Die Analyse wurde im Auftrag des Runden Tisch GIS e.V. durchgeführt, wobei bereits im Vorfeld wesentliche Themenschwerpunkte durch die Auswertung von Fachliteratur, durch Fachgespräche sowie aktuelle Fachveranstaltungen identifiziert wurden. Auf Basis dieser Schwerpunkte durchsuchte das Trendanalyse-Team das Ausstellerverzeichnis und bereitete eine Liste an spezifischen Interviewfragen vor. Während der Messe wurden eine Vielzahl an Interviews mit den zuvor ausgewählten Ausstellern und weiteren Messeteilnehmern geführt. Durch diese Befragungen wurden die Themenbereiche verifiziert und auch neue Themengebiete identifiziert. Sowohl die Ergebnisse der Interviews als auch die zahlreichen Fachvorträge bilden die Grundlage für den Trendanalyse-Bericht. Die Trendthemen umfassen künstliche Intelligenz, Erdbeobachtung, Unmanned Systems, Smart Cities und Digitale Zwillinge sowie Building Information Modeling.



Abbildung 1: Das Trendanalyse-Team 2023 der TUM in Berlin v.l.n.r.: Marija Knezevic, Tanja Pilz, Benedikt Schwab, Thomas Fröch, Gabriele Aumann, Dawson Stout, Sarah Ovais, Joseph Gitahi, Khaoula Kanna, Olaf Wysocki, Ying Lu, Çeltina Balaj.

1 Künstliche Intelligenz und Cloud-Computing

Neben den direkten Vorteilen, die der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) mit sich bringt, wird diese, insbesondere bei kommerziellen Firmen, zunehmend auch als Werbemittel genutzt. Die Verwendung von künstlicher Intelligenz wird als gleichbedeutend mit Innovation und Fortschritt wahrgenommen. Dementsprechend bewerben viele Hersteller sowie Software- und Serviceanbieter ihre Leistungen mit diesem Label. Die Art und Weise, wie künstliche Intelligenz dabei genau zum Einsatz kommt, ist breit gefächert. Die meisten der befragten Anbieter geben an, basierend auf existierenden Modellarchitekturen ihre eigenen Modelle entwickelt zu haben. Eine solche Entwicklung kann zurzeit etwa zwei Jahre dauern.

Eine der am weitesten verbreiteten Anwendungen von künstlicher Intelligenz ist die Klassifizierung von Punkten in Punktwolken. Die meisten Unternehmen haben sich dabei auf die Anwendung im Bereich der linearen Infrastruktur, wie Stromtrassen, Bahnstrecken oder Gaspipelines, spezialisiert. Daneben werden jedoch auch Services angeboten, die es Nutzern erlauben, die Funktionalität an ihre individuellen Bedürfnisse anzupassen. Die Verwendung von künstlicher Intelligenz zur Klassifizierung von Punktwolken im urbanen Raum bleibt jedoch eine Herausforderung und ein aktuelles Forschungsthema. Zentrale Problemstellungen sind hier beispielsweise die Vielfalt von Gebäudestrukturen und Fahrzeugen sowie die Detektierung und korrekte Klassifizierung von abgesenkten Bordsteinkanten. Eine weitere Herausforderung, an deren Bewältigung weiterhin gearbeitet wird, ist die KI-basierte Vektorisierung von einzelnen Objekten in Punktwolken.

Als ein zweiter weitverbreiteter Anwendungsbereich von künstlicher Intelligenz lassen sich Objekterkennung und Objektsegmentierung in Bild- und Punktwolkendaten nennen. Vor allem in den Bereichen des Umweltmonitorings, der Öl- und Gasindustrie, sowie der Sicherheitsbranche wird diese Technologie verwendet. Während im Bereich des Umweltmonitorings die Klassifizierung der Spezies einzelner Bäume bereits zum festen Portfolio gehört, bleibt beispielsweise die erfolgreiche Segmentierung einzelner Bäume aus Punktwolken herausfordernd. Hier werden zurzeit Genauigkeiten von maximal ca. 65 % erzielt.

Der Trend bei auf künstlicher Intelligenz basierenden Services geht eindeutig in die Richtung der Verwendung von Cloud-Computing. Benutzer können Ihre Daten in die Cloud des Anbieters hochladen und dort prozessieren lassen. Besonders im Kontext der Öl- und Gasindustrie sowie der Sicherheitsbranche legen die Anbieter sehr großen Wert darauf, die Sicherheit der Daten zu betonen.

Erwähnenswert sind auch gängige Praktiken zur Gewinnung von Trainingsdaten, eine der großen Herausforderungen im Bereich der künstlichen Intelligenz. So werden beispielsweise zum Trainieren von Modellen zur Klassifizierung von Punktwolken große Mengen von annotierten Punktwolkendaten benötigt. Die Annotationen dazu müssen manuell von Mitarbeitern den Kunden-Bedürfnissen entsprechend erstellt werden. In der Praxis werden solche Aufgaben von vielen Unternehmen ins Ausland ausgelagert.

Heutzutage gestalten sich die meisten großen Modelle in der Art von Blackbox-Systemen. Ein aktuelles Forschungsthema ist es, die Entscheidungsprozesse von solchen Modellen besser zu verstehen und erklären zu können. Neben dem akademischen Nutzen ist hier ein Ziel, das Vertrauen von potenziellen Nutzern durch Erklärbarkeit und Transparenz zu steigern. Hier lautet das Stichwort „Explainable AI“.

Auch im Bereich der 3D-Visualisierung wird maschinelles Lernen eingesetzt. Hier finden beispielsweise Superresolution-Modelle zur Erzeugung von Texturen Anwendung. Die Verbesserung photographischer Aufnahmen mittels KI ermöglicht die Bereitstellung einer realistischer anmutenden Textur für 3D-Modellierungsaufgaben. Auch in der Kartographie werden interessante Anwendungen

gezeigt. KI kann benutzerzentrierte Designs und Karten generieren und so sicherstellen, dass Karten nicht nur optisch ansprechend, sondern auch äußerst intuitiv sind und auf die spezifischen Bedürfnisse der Benutzer eingehen. Darüber hinaus kann es Umweltphänomene wie Waldbrände genauer und schneller vorhersagen und darauf reagieren, was möglicherweise Leben schützt und Ressourcen spart.

2 Erdbeobachtung und Fernerkundung

Der Bereich der Fernerkundung und Erdbeobachtung kann im Wesentlichen in Datenanbieter und Datenanalysten unterteilt werden. Dabei konzentrieren sich die Satellitenanbieter aktuell auf den Start von Satelliten mit hyperspektralen und hochauflösenden Sensoren. Kommerzielle Unternehmen planen den Einsatz von multispektralen und SAR-Satelliten mit einer sehr hohen räumlichen Auflösung von bis zu 0,3 m laut Hersteller. In der hyperspektralen Fernerkundung werden die geplanten Satellitenmissionen eine spektrale Bildgebung im Bereich von 400 bis 2500 nm liefern, wobei die spektrale Bandbreite zwischen 5 nm und 10 nm liegt und die räumliche Auflösung bis zu 30 m erreicht. Die hyperspektralen Daten unterstützen nicht nur bereits vorhandene Anwendungen in den Bereichen Landwirtschaft, Energie, Bergbau und Verteidigung, sondern ermöglichen auch neue Anwendungsfälle wie die Überwachung von Methan- und Kohlendioxidemissionen aus Punktquellen.

Im öffentlichen Sektor liefern Hyperspektralmissionen, wie das deutsche Programm „Environmental Mapping and Analysis Program (EnMAP)“, Daten zur Überwachung globaler Umweltveränderungen und ökologischer Reaktionen auf menschliche Aktivitäten in einem Spektralbereich von 420 bis 2450 nm mit 246 Spektralbändern und einer räumlichen Auflösung von 30 m. In den nächsten Jahren werden neue Satelliten aus dem Copernicus-Programm der ESA im Rahmen der Sentinel-Erweiterungsmissionen in Betrieb genommen. Diese Missionen werden neue hyperspektrale und hochauflösende Bildgebungsverfahren einsetzen, um die Überwachung von Veränderungen der Bodenbedeckung, der maritimen Umwelt, der anthropogenen Kohlendioxidemissionen, der Klimaprozesse und der Temperaturen der Landoberfläche für Copernicus zu erweitern. Eine der geplanten Missionen heißt „Copernicus Hyperspectral Imaging Mission for the Environment“ (CHIME) und dient der Kartierung natürlicher Ressourcen, der Landwirtschaft und der Umwelt. Sie umfasst einen Spektralbereich von 400 bis 2500 nm mit einer spektralen Bandbreite von 10 nm und erreicht eine räumliche Auflösung von 30 m. Die neuen Datensätze sollen künftige Programme wie EvoLand bei der kontinuierlichen Überwachung des Zustands der Landoberfläche und der Aktualisierung von Landbedeckungskarten unterstützen.

Derzeit verstehen sich kommerzielle Unternehmen als Synergiepartner der öffentlichen Hand und liefern hochspezifische Lösungen für Privatkunden an, für die öffentliche Daten nicht mehr ausreichen. Hierfür bieten die Unternehmen Fernerkundungsbilder mit einer Auflösung von bis zu 0,5 m, einer nahezu täglichen globalen Abdeckung und auch kürzeren Wiederholungsintervallen für Teilbereiche an. Interessiert an solchen Datensätzen sind private Akteure am Rohstoffmarkt für z. B. Weizen und Mais, um zukünftige Ertragsmengen vorherzusagen und Marktschwankungen zu kompensieren. Zwischenstaatliche Organisationen und Nationalstaaten nutzen diese Datensätze ebenfalls zur Ergänzung der öffentlich verfügbaren Daten für eine Vielzahl von Anwendungsfällen, einschließlich der Verwaltung natürlicher Ressourcen und der Landwirtschaft. Um die von Sentinel-Satelliten gesammelten Datensätze zu ergänzen, stellen die „Copernicus Contributing Missions“ eine komplementäre Datenquelle durch private Unternehmen dar.

Darüber hinaus präsentierten mehrere chinesische Satellitenfirmen auf der INTERGEO erstmals ihre multispektralen und SAR-Fernerkundungsprodukte, mit denen sie den europäischen Markt erschließen wollen. Die Firmen werben mit einer hohen multispektralen Auflösung von bis zu 0,3 m und einer SAR-Auflösung von 0,5 m. Ein chinesisches Unternehmen hat bereits Anfang dieses Jahres

vier inSAR-Satelliten erfolgreich in die Umlaufbahn gebracht, während ein anderes Unternehmen für 2024 den Start von sehr hochauflösenden multispektralen und SAR-Konstellationen plant.

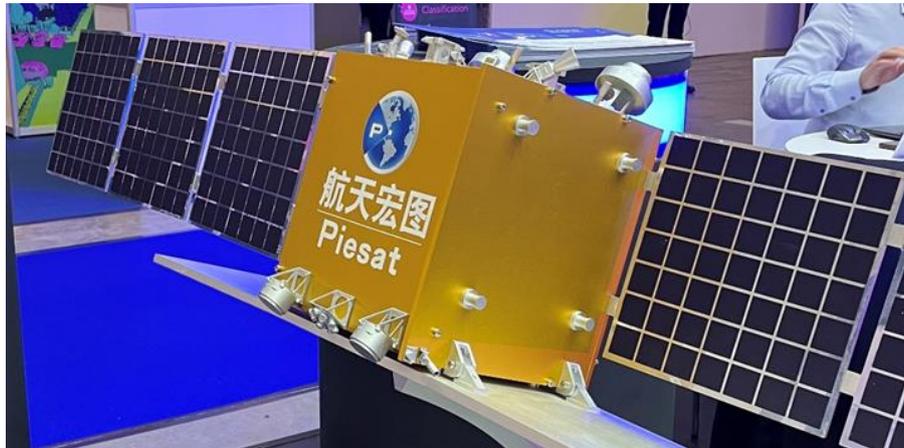


Abbildung 2: Ein Modell des inSAR-Satelliten PIESAT 1A-01, welcher zur inSAR-Konstellation gehört, die aus aktiven und passiven X-Band-SAR-Satelliten besteht. Die Konstellation wird Daten mit einer Auflösung von bis zu 0,5 m für die Untersuchung und frühzeitige Erkennung bedeutender geologischer Gefahren wie Bodensenkungen, Einstürze und Erdbeben liefern.

Obwohl alle Satellitenunternehmen sich der Problematik des Weltraummülls bewusst sind und intern an dessen Reduktion arbeiten, befindet sich die Entwicklung von Systemen zur Beseitigung von Weltraummüll noch in der Forschungs- und Entwurfsphase. Die damit verbundenen Kosten sind zwar sehr hoch, aber da die Nutzung des Weltraums immer unübersichtlicher wird, wächst die Aufmerksamkeit der Betroffenen. Im Rahmen der Gesetzgebung werden in der ISO-Norm 24113:2023 die wichtigsten Anforderungen zur Eindämmung von Weltraummüll festgelegt, wobei die ESA derzeit an umfassender Regulatorik arbeitet.

Bei der Analyse von Fernerkundungsdaten zeichnet sich ein Trend zur vollständigen Automatisierung der Arbeitsabläufe ab. Nicht-technische Endnutzer der Daten stellen ein großes, nicht ausgeschöpftes Marktpotenzial dar, und die Vermittlung von Erkenntnissen aus Erdbeobachtungsdaten an diese Gruppe würde sich bei der Verwaltung unserer natürlichen Ressourcen als nützlich erweisen. Obwohl die Methoden der künstlichen Intelligenz in großem Umfang für die automatische Extraktion von Merkmalen und die Klassifizierung von Fernerkundungsszenen eingesetzt werden, sind große Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs) derzeit noch nicht im Einsatz. Es besteht jedoch ein erhebliches Interesse an der Nutzung von LLMs für die Analyse und Interpretation von Fernerkundungsdaten durch interaktive Texteingaben, weshalb die Branche davon ausgeht, dass LLMs innerhalb der nächsten zwei Jahre in kommerzielle Anwendungen integriert werden.

3 Unmanned Systems

Die Neuheiten im Bereich „Unmanned Systems“ gehörten in diesem Jahr zu den zentralen Schwerpunkten. Die Bedeutung dieses Themas wurde auf der Konferenzbühne betont, die zusammen mit dem Konferenzprogramm von einer großen Anzahl von Teilnehmerinnen und Teilnehmern besucht wurde. Unter dem Begriff „Unmanned Systems“ werden weiterhin vorwiegend Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technologien vorgestellt. Neben einer vielfältigen Auswahl an verschiedenen UAVs werden auch wasser- und landbasierte Systeme vorgestellt.



Abbildung 3: Kollektion verschiedener Systeme (links: Drohne für Indoor-Kartierung; rechts oben: Drohne mit festen Flügeln, langer Flugzeit bis zu 90 Minuten und hoher Fluggeschwindigkeit bis zu 17 m/s; rechts unten: kleine und kompakte Drohne).

Drohnen werden für immer mehr Aufgaben in Betracht gezogen, bei denen Präzision und eine hohe Datenerfassungsgenauigkeit von wesentlicher Bedeutung sind, wie z. B. bei der Katastervermessung, der Dokumentation historischer Objekte sowie bei Brückeninspektionen. Drohnen fliegen inzwischen nicht mehr nur auf vorprogrammierten Flugbahnen, sondern sind in der Lage, ihre Flugbahn auf der Grundlage bestimmter Missionsziele autonom zu planen. Diese modernen Systeme verfügen über eine Echtzeit-Kartierung, die es dem UAV ermöglicht, seine Umgebung zu erkennen und seine Flugroute an die sich verändernde Situation anzupassen. Diese größere Autonomie führt zu einer geringeren Abhängigkeit von externen Systemen und verbessert die Fähigkeit der Drohne, unabhängige Entscheidungen zu treffen. Drohnen mit festen Flügeln erreichen inzwischen Flugzeiten von bis zu 90 Minuten, während Multirotor-Drohnen bis zu 50 Minuten in der Luft bleiben können. Zudem bieten Drohnen, die mit RTK-Modulen ausgestattet sind, eine erhöhte Präzision: Sie erreichen eine horizontale Genauigkeit von bis zu 1 cm und eine vertikale Genauigkeit von bis zu 1,5 cm. Zusätzlich ermöglichen sie die Erstellung von photogrammetrischen Modellen mit einer absoluten horizontalen Genauigkeit von bis zu 5 cm, was durch den Einsatz von Kameras mit einer Auflösung von bis zu 61 Megapixeln unterstützt wird. Besondere Aufmerksamkeit erfährt die zunehmende Automatisierung der Datenverarbeitung und eine benutzerfreundliche Missionsplanung. Viele Softwarehersteller bieten hierfür cloudbasierte Lösungen an. Insgesamt sind Modelle in fast allen Gewichts- und Größenklassen erhältlich. Es wurden auch Lieferdrohnen vorgestellt, wie z. B. für die Auslieferung von Medikamenten und Lebensmitteln in Notsituationen oder in schwer zugängliche Gebiete. Diese Drohnen können Lasten bis zu einem Maximalgewicht von 10 kg transportieren. Außerdem wurden Drohnen speziell für die Kartierung von Innenräumen präsentiert. Ausgestattet mit verschiedenen Sensoren, wie LiDAR, Thermalkamera, optische 4K-Kamera sowie Entfernungssensoren, finden diese Drohnen Einsatz bei Kartierungs- und Inspektionsaufgaben an schwer erreichbaren Orten, beispielsweise in Industrieanlagen. Die Steuerung der Drohne während des Fluges obliegt dabei dem Benutzer.

Neben der großen Auswahl an Plattformen steht auch eine breite Palette an Sensoren und Zubehör zur Verfügung. Dazu gehören optische Kameras, Airborne Laserscanning Systeme und On-Board-Geigerzähler zur Messung von radioaktiver Strahlenbelastung und UAV-basierte Sonarsysteme. Es finden sich auch einschlägige Anbieter, welche spezielle Versicherungen für Flugdrohnen aller Art bewerben.

Im Zusammenhang mit landgestützten Systemen hat sich ein bestimmter Typ von Robotern durchgesetzt, während sich auch Roboterfahrzeuge in der Entwicklung befinden, die eine breitere Auswahl an Fahrwerkstypen bieten. Diese Fahrzeuge dienen unter anderem als Träger von Laserscanner-Systemen und werden beispielsweise im Straßenbau eingesetzt. Marine-Plattformen stellen eine weitere Klasse der unbemannten Systeme dar, welche auf der INTERGEO 2023 ausgestellt wurden. Zumeist fanden sich kleinere Boote, sogenannte Unmanned Surface Vehicle (USV) mit einem Gewicht von ca. 15 kg, deren Anwendungszwecke hauptsächlich in der Vermessung flacher Gewässer von Tiefen bis maximal ca. 100 m sowie in der Bestimmung von Umweltvariablen wie der Wasserqualität liegen. Hier werden zumeist Echolote oder Side-Scan Sonar Systeme eingesetzt, die eine horizontale Genauigkeit von bis zu 8 mm und eine vertikale Genauigkeit von bis zu 15 mm erreichen. Größere Modelle mit Gewichten von mehreren Tonnen werden beispielsweise für Monitoringaufgaben mit einer Dauer von bis zu 25 Tagen verwendet und können dabei Nutzlasten von ca. einer Tonne transportieren. Interessant ist auch der Einsatz von Unterwasserfahrzeugen für diverse Anwendungen vor allem im Bereich des Umweltmonitorings. Die Kommunikation mit dem bis in Tiefen von 150 m einsetzbaren, elektrisch betriebenen Gefährt erfolgt mittels eines akustischen Modems mit bis zu 3500 m Reichweite.

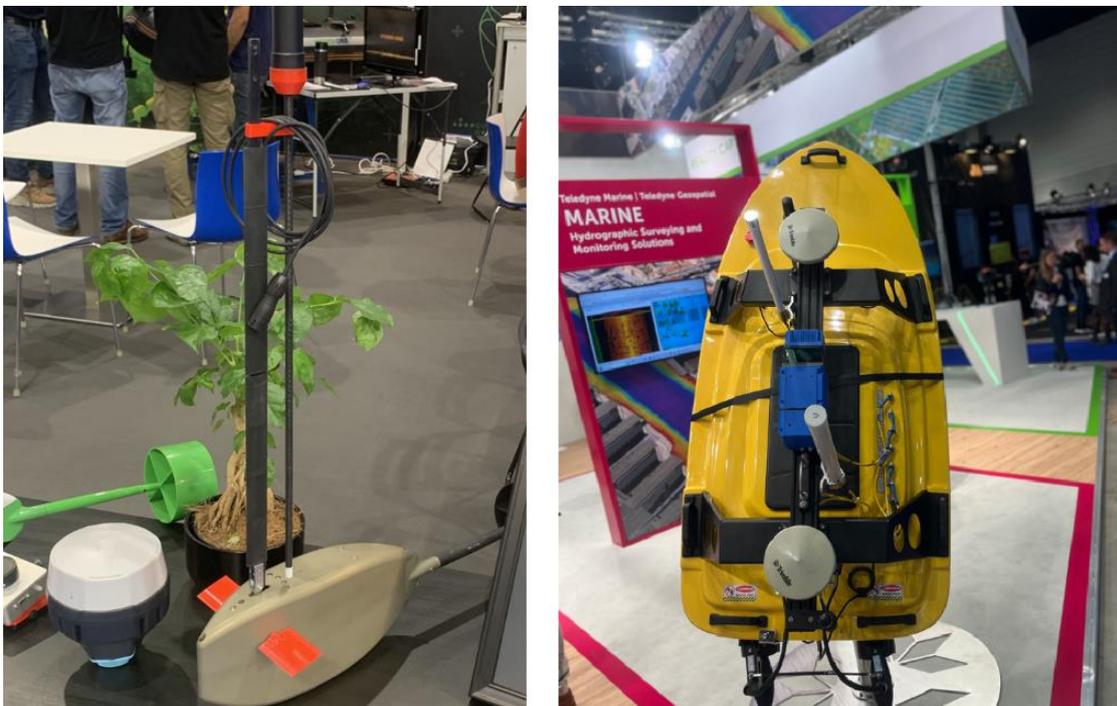


Abbildung 4: Auf der linken Seite ist eine Drohnenlösung für die bathymetrische Vermessung zu sehen, auf der rechten Seite ein Hydrologie-Einsatzfahrzeug.

4 Smart Cities

Angesichts der wachsenden Herausforderungen werden immer mehr Smart-City-Konzepte und -Lösungen eingesetzt, damit Städte effizienter, nachhaltiger und resilienter werden. Die Kernbestandteile solcher Smart-City-Lösungen sind Technologien wie Building Information Modelling (BIM), 3D-Stadtmodelle, Digital Twins, Location Intelligence, Internet of Things (IoT) und räumliche Analysen. Nachdem BIM in diesem Jahr ein Schwerpunktthema war, wurde es als eine der Schlüsselkomponenten für die Realisierung von Smart Cities identifiziert. Auf die Frage, welche Komponenten für die Umsetzung von Smart Cities erforderlich sind, wurden unterschiedliche Antworten gegeben. Der Konsens der verschiedenen Städte und Lösungsanbieter ist jedoch, dass offene Datenplattformen zur Organisation von Smart Cities erforderlich sind. Die vom Bundesamt für

Kartographie und Geodäsie (BKG) entwickelte DigiZ-DE-Plattform zielt darauf ab, einen offenen digitalen Zwilling zu erzeugen, der hochpräzise und bundesweit einheitliche 3D-Daten aus LIDAR-Kartierungen verwendet und regelmäßig alle 2 bis 5 Jahre aktualisiert wird. Die Plattform, die bis 2027 betriebsbereit sein soll, wird in Zusammenarbeit mit dem EU-weiten digitalen Zwillingenprojekt Destination Earth (DestinE) entwickelt.

Ein regelmäßig hervorgehobenes Problem bei digitalen Zwillingen ist der Bedarf an systemübergreifenden Standards. Die Standardisierung hängt in der Regel von den einzelnen Teildisziplinen, wie IoT, BIM und der 3D-Modellierung ab, wobei auch an spezifischen Standards für digitale Zwillinge gearbeitet wird. In Deutschland wird derzeit die DIN SPEC 91607 „Digitaler Zwilling für Städte und Kommunen“ erarbeitet, um eine einheitliche Sichtweise und Herangehensweise an den Aufbau digitaler Zwillinge zu etablieren. Die Veröffentlichung der Spezifikation ist für Januar 2024 geplant.

Darüber hinaus wandeln sich die digitalen Zwillinge von statischen zu „dynamischen digitalen Zwillingen“, die ständig mit Echtzeitdaten aktualisiert werden können, wodurch eine bessere Entscheidungsfindung ermöglicht wird. Außerdem wird zwischen verschiedenen Arten von digitalen Zwillingen unterschieden. Eine Auswahl von Herstellern verwendet hier den Begriff „Prototyp“ für einen digitalen Zwilling, der zeitlich vor dem physischen Objekt existiert und alle Informationen sowie Spezifikationen enthält, die für die Herstellung einer physischen Version erforderlich sind. Unter „digitaler Zwillingeninstanz“ wird eine virtuelle Repräsentation eines bestehenden physischen Objekts verstanden, welche während des gesamten Lebenszyklus mit ihrem physischen Objekt verbunden ist. Eine andere Art von Zwilling ist der „prädiktive digitale Zwilling“, welcher sich auf die Prognose und Vorhersage von Zukunftsszenarien konzentriert. Diese Bezeichnungen werden jedoch nur von einigen Herstellern so verwendet und stellen keine offiziellen Begriffsdefinitionen dar. Der prädiktive Zwilling ist besonders wichtig, da sich Städte auf den Aufbau resilienter Systeme konzentrieren, die sich an schwere Umweltbedingungen und den Klimawandel anpassen. Hier ist das Wiener Projekt „Aspern Seestadt“ nach Ansicht eines großen Softwareherstellers eines der ehrgeizigsten Stadtentwicklungsprojekte Europas und ein Smart-City-Modellversuch. Es hilft dabei, die Klimaschutzziele zu erreichen und Nachhaltigkeit sowie Energieeffizienz zu verbessern. Der digitale Zwilling ermöglicht zudem eine datengestützte Entscheidungsfindung und erleichtert die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten.

Da Nachhaltigkeit ein zentrales Thema für smarte Städte ist, gibt es Initiativen zur Überwachung von CO₂-Emissionen und Luftqualität sowie zur Verringerung des städtischen CO₂-Fußabdrucks. Zu den Datenerfassungsmethoden gehört die Nutzung von IoT-Sensoren, welche auf Taxis zur kontinuierlichen Luftqualitätsüberwachung angebracht sind. Die Satellitenfernerkundung mit Thermalbildern entwickelt sich ebenfalls zu einer wichtigen Datenquelle für die Überwachung der Landoberflächentemperaturen, die zur Kartierung städtischer Wärmeinseln mit einer räumlichen Auflösung von bis zu 30 m und einer täglichen Wiederholungsrate verwendet werden kann. Luftgestützte Wärmebildaufnahmen werden auch zur Kartierung verschiedener Wärmequellen auf städtischen Oberflächen verwendet. Die nächtlichen Aufnahmen bieten eine hohe räumliche Auflösung von 25 cm bis 1,5 m und unterstützen Anwendungen wie die Überwachung von Heizungsnetzen, die Kartierung des Stadtklimas und die Erkennung von Wärmeverlusten in Gebäuden. IoT-fähige intelligente Gebäudeelemente, wie das intelligente PDLC-Glas, passen sich an die Umgebungsbedingungen und die Präferenzen der Nutzer an, indem sie automatisch die Lichtmenge regulieren, was zur erhöhten Energieeffizienz und Nutzerkomfort führt.

5 Virtuelle 3D-Stadtmodelle, 3D-Visualisierung und VR/AR

3D-Stadtmodelle und 3D-Visualisierung gehören nach wie vor zu den Kernthemen, insbesondere als Schlüsselkomponenten von digitalen Zwillingen. Für die Entwicklung dieser bilden semantische 3D-Stadtmodelle eine Basis, da sie neben der graphischen Repräsentation auch thematische Informationen strukturieren und bereitstellen. Die jüngsten Entwicklungen umfassen die offizielle Verabschiedung des CityGML 3.0 Encodings Mitte dieses Jahres, welche den Weg für die nächste Generation von semantischen Stadt- und Landschaftsmodellen ebnet. Einige GIS-Software-Anbieter unterstützen bereits das Lesen von CityGML 3.0 Datensätzen und an der Unterstützung zur Erstellung von Stadtmodellen wird aktuell gearbeitet. Der OGC-Standard 3D Tiles ist ein weitverbreitetes Visualisierungsformat für das Streaming von massiven und heterogenen 3D-Geodaten für Web-Anwendungen, Gaming-Engines und für Augmented Reality (AR) sowie Virtual Reality (VR) Anwendungen. Anfang dieses Jahres wurde die neue Generation von 3D Tiles 1.1 vom Open Geospatial Consortium (OGC) als Community Standard angenommen und bietet Erweiterungen wie semantische Metadaten in mehreren Granularitätsstufen sowie implizite Kacheln für verbesserte Analytik. Führende Geodatenanbieter und Open-Source-GIS-Tools, darunter QGIS Desktop, unterstützen inzwischen die Visualisierung mit dem Datenformat 3D Tiles. Parallel dazu stößt auch der OGC Community Standard „Indexed 3D Scene Layers“ (I3S) auf eine zunehmende Anwenderschaft, da z. B. der Open-Source Globus CesiumJS das Rendering von gestreamten I3S-Daten seit Februar 2023 unterstützt.

Die automatische Rekonstruktion von 3D-Stadtmodellen aus Punktwolken und photogrammetrischen Methoden bleibt weiterhin eine Herausforderung und stellt einen aktiven Entwicklungsbereich dar. Üblicherweise erfordert die halbautomatische Modellierung von 3D-Stadtmodellen Nutzereingaben während des Generierungsprozesses und nicht während der Korrektur oder Überprüfung. Einige Verfahren zielen auf eine vollautomatische Rekonstruktion semantischer Modelle auf Basis von 3D-Punktwolken durch eine Kombination aus KI-basierter semantischer Segmentierung und geometrischer Instanziierung ab. Heutzutage werden Reality-Mapping und Datenintegration in verschiedenen Anwendungen eingesetzt, wie z. B. in der Umweltüberwachung, der Raumplanung, dem Design, dem Bau, dem Netzmanagement, beim Betrieb und bei der Wartung.



Abbildung 5: Virtuelle Realität in der Baubranche.

Auch wenn der Begriff „Metaversum“ in den vergangenen Jahren von einem großen Internetkonzern medial vereinnahmt wurde, geht das ursprüngliche Konzept auf die 1990er-Jahre zurück und

beschrieb bereits damals eine immersiv erlebbare und virtuelle 3D-Welt, die von der physischen Welt entkoppelt ist. Da das Thema aktuell stark diskutiert wird, verwenden auch einige Unternehmen das Schlagwort und verstehen darunter oftmals den Einsatz von VR, AR und virtuelle Welten. Derzeit schätzen viele das Metaversum als eine Technologie ein, die sich in der Zukunft etablieren wird, und diskutieren deshalb die Frage, welche Rolle die GIS-Branche in diesem Zusammenhang spielen sollte. Allerdings existiert keine einheitliche Auffassung darüber, ob die Interaktionen zu anderen Metaversum-Nutzern primär in fiktiven Welten stattfinden sollen oder ob die Nutzer darin auch Modelle der realen Welt erleben können. Das World Geospatial Industry Council (WGIC) hat sich dabei zum Ziel gesetzt, die Rolle der GIS-Industrie zu stärken und hat einen Bericht veröffentlicht, der die Chancen und Risiken im aufkommenden kommerziellen Metaversum beleuchtet. Die Integration des Raumbezugs für das Metaversum stellt einen Arbeitsschwerpunkt dar. Die genaue Abgrenzung zum Begriff „Digitaler Zwilling“ war jedoch noch Gegenstand von Diskussionen auf der Messe.

6 Building Information Modeling

In diesem Jahr wurde das Thema BIM in Zusammenarbeit mit der Hybridveranstaltung für digitales Bauen „BIM-Tage Deutschland“ präsentiert, die einen eigenen Ausstellungsbereich auf der INTERGEO integriert hatte. Im Mittelpunkt der Diskussion standen die Geodaten als Grundlage und zentraler Bestandteil von BIM, als Mittel zur Vermessung der Umgebung und zur Erfassung von Details. Hierbei war Scan2BIM das Schlagwort für Projekte, welche die automatisierte Rekonstruktion von BIM-Modellen von Bestandsgebäuden mit Punktwolken zum Ziel haben. Das Potenzial, schnell digitale Zwillinge von bestehenden Gebäuden zu erstellen, wurde auf unterschiedliche Weisen in Angriff genommen. Die Zukunft von Scan-to-BIM beinhaltet die Entwicklung von KI, um die Filterung und Klassifizierung der Punktwolke schneller zu verwalten und Hindernisse im Kontakt mit dem Laser besser zu erkennen. Clustering, Klassifizierung und Merkmalsableitung erfolgen mithilfe von maschinellen Lernverfahren wie z. B. Deep-Learning-Ansätzen. KI wird auch zur Überwachung der Änderungserkennung eingesetzt, obwohl sich diese Ideen größtenteils noch in der Entwicklung befinden. Zu den Anwendungsfällen gehören die effiziente Überwachung von Bauwerken, z. B. der allgemeine Zustand oder der Reparaturbedarf im Zeitverlauf sowie die Schadensbeurteilung nach Naturereignissen.

Die Algorithmen des maschinellen Lernens finden Anwendung bei der halbautomatischen Generierung von BIM-Modellen. Beispielsweise können initiale Grundrisse und extrudierte Grundrisse generiert werden. Dennoch ist es in der Regel notwendig, die mithilfe von KI erstellten Modelle manuell zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Außerdem hängt der Automatisierungsgrad stark von der Qualität und Vollständigkeit der Eingabedaten ab. Somit stellen die integrierten Funktionen ein Unterstützungssystem für einen menschlichen Modellierer dar. Erwähnenswert ist auch, dass sich Unternehmen auf die Entwicklung cloudbasierter Lösungen konzentrieren, die es Vermessern ermöglichen, komplexe Daten auch Laien in einer benutzerfreundlichen Umgebung für Überprüfungen, Feedback und Zusammenarbeit zur Verfügung zu stellen.

Die Expo-Referenten betonten die Bedeutung der digitalen Transformation für kleine Unternehmen. Damit auch diese BIM als Methode einsetzen, muss der praktische Nutzen und Mehrwert aufgezeigt werden. Ziel ist es, durch die Zusammenarbeit mit Verbänden, wie z. B. buildingSMART Deutschland, und Initiativen die langfristige Zukunftsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen zu sichern. Der Plan beinhaltet die Bereitstellung unkomplizierter und umsetzbarer Empfehlungen.

Ein weiterer wichtiger BIM-Trend ist die Integration mit Augmented Reality (AR). Während der Bauphase werden Standortscans durchgeführt, um Punktwolkendaten zu generieren, die dann automatisch in Netzoberflächen (Mesh-Modelle) umgewandelt werden. Diese wiederum können in

AR-Anwendungen integriert werden, damit Arbeiter vor Ort Ist-Positionen des 3D-Modells lokalisieren können, die dem geplanten BIM-Modell entsprechen. Dies ermöglicht eine frühzeitige Problemerkennung und erleichtert potenzielle Kosten- und Zeiteinsparungen. Ferner ist die kontinuierliche Integration von GIS-Daten in BIM-Projekte hervorzuheben. Diese Synergie zwischen BIM und Geodatentechnologien ermöglicht genauere und kontextbezogenere Bauprojekte, verbesserte Standortanalysen und 3D-Visualisierungen für die Beteiligten.

Die neueste Version 4.3 des BIM-Datenformats Industry Foundation Classes (IFC), die letztes Jahr veröffentlicht wurde, befindet sich nun in der endgültigen Genehmigungsphase für die Akkreditierung als ISO-Standard, die voraussichtlich Anfang 2024 von der ISO veröffentlicht wird. Für IFC 4.3 wurden Infrastruktureinheiten in das IFC-Schema integriert und aktuell wird hauptsächlich an der Erweiterung um Tunnel-Entitäten gearbeitet. Diese Erweiterungen werden in Zukunft als IFC 4.4 veröffentlicht.

Ab Februar 2023 müssen Raumpläne wie Stadtentwicklungs- oder Landschaftspläne standardmäßig auf Basis des XPlanung-Formats erfasst und bearbeitet werden. Mittlerweile gibt es unterstützende Tools, die eine vollumfängliche Lösung für Bauleitpläne in den XPlanung-Formaten bieten. Bemerkenswert ist auch der zunehmende Trend, BIM nicht nur auf Baustellen, sondern auch im Transportwesen (z. B. Eisenbahn, Straße) und auf Wasserinfrastruktur (z. B. Staudämme) einzusetzen.

Nicht zuletzt ist eine der treibenden Kräfte für die Digitalisierung von Baustellen der prognostizierte Personalmangel, der zu Know-How-Verlusten, aber auch zu Produktivitätseinbußen führen wird. Die Digitalisierung soll eine bessere Produktivität bei weniger Personal ermöglichen. Bis zum Jahr 2030 werden in Deutschland voraussichtlich 1,35 Millionen Erwerbstätige in den Ruhestand wechseln, während nur 686.000 Berufseinsteiger nachkommen.

Weitere Informationen zur Schnittstelle von Geodäsie und BIM finden Sie in der neuen Version 3.2 des Leitfadens „Geodäsie und BIM“, welcher vom DVW e. V. und Runden Tisch GIS e. V. erarbeitet und auf der INTERGEO vorgestellt wurde.¹

7 Geodätische Messtechnik und Satellitennavigation

Die Industrie entwickelt sich ständig in Richtung Automatisierung der Vermessungstechnologien bei gleichzeitiger Beibehaltung eines hohen Präzisionsniveaus weiter. In den letzten Jahren wurden GPS-Geräte auf den Markt gebracht, die nicht mehr perfekt rechtwinklig und waagrecht aufgestellt werden müssen, um hochqualitative Positionsdaten zu liefern. Außerdem hat sich die Genauigkeit von GNSS-Empfängern, die neben GNSS auch Photogrammetrie einsetzen, ständig verbessert. Die Laserscanner haben deutliche Fortschritte bei der Genauigkeit gemacht und erheben mit höherer Geschwindigkeit eine größere Anzahl von Punkten. Experten aus der Branche bestätigten jedoch, dass die traditionellen geodätischen Vermessungsinstrumente wie Totalstationen keine signifikanten technischen Entwicklungen zu verzeichnen haben. Vorgestellt wurde auch ein GNSS-Rover mit integrierter Kamera. Die zu messenden Punkte können dabei auf einem entsprechenden Controller ausgewählt werden.

Die Entwicklungen in der Satellitennavigation haben sich hauptsächlich auf Korrekturtechniken fokussiert. Während die häufigste Korrekturtechnik bei Satellitenkorrekturen OSR (Observation Space Representation) ist, wurde mit SSR (State Space Representation) eine innovative Entwicklung auf diesem Sektor entwickelt. OSR benötigt eine konsistente Verarbeitung identischer Signale an jeder Referenzstation innerhalb eines homogenen Netzes bei gleichzeitiger Übernahme dieser Signale durch den Nutzer. SSR-Korrekturen ermöglichen die Bereitstellung präziser PPP-RTK-Dienste auf lokaler und

¹ Der Leitfaden ist unter dem Link verfügbar: <https://www.rundertischgis.de/publikationen/>

regionaler Ebene sowie globaler PPP (Precise Point Positioning)-Dienste, die eine kontinuierliche und einheitliche Schätzung der Satellitenparameter gewährleisten. Diese bieten skalierbare Korrekturmöglichkeiten, die für gleichzeitige Mehrfachkorrekturen geeignet sind. Dies ist besonders vorteilhaft für Smart-City-Anwendungen mit mehreren selbstfahrenden Fahrzeugen und mobilen IoT-Geräten.

Forschern des Deutschen GeoForschungsZentrums (GFZ) ist die Realisierung von PPP-RTK (Precise Point Positioning - Real-Time Kinematic) auf Zentimeter-Ebene ohne atmosphärische Korrekturen gelungen. Sie haben dies durch die Nutzung mehrerer Konstellationen auf verfügbaren Frequenzen und Beobachtungen aus einer einzigen Epoche erreicht. Simulationen und Analysen von Echtzeitdaten, bei denen Multi-GNSS-Lösungen wie GPS, Galileo, BDS und QZSS sowie optimale Bewertungsmethoden zur Anwendung kamen, haben gezeigt, dass sich die Genauigkeit mit zunehmender Anzahl der verwendeten Frequenzen verbessert. Die Galileo-Satelliten senden ab dem 12. August 2023 die I/NAV-Verbesserungen, die über die vom E1-B-Signal übertragene I/NAV-Nachricht offen zugänglich sind. Von insgesamt 28 Galileo-Satelliten sind aktuell 23 funktionsfähig im Einsatz. Mit drei Frequenzen erreichten sie eine Genauigkeit von 3 cm und mit fünf Frequenzen eine Genauigkeit im Subzentimeterbereich. Das Ziel ist, den Zugang für die Benutzer zu erleichtern, und aufgrund dessen hat SAPOS ab dem 1. August 2023 eine neue AdV-Gebührenrichtlinie.

8 Mobile Mapping und Laserscanning

Ein weiteres Thema ist die fortlaufende Herausforderung, die Geschwindigkeit des mobilen Mappings mit der Genauigkeit stationärer Methoden in Einklang zu bringen. Dies ist entscheidend, da die Genauigkeit in vielen Anwendungen von zentraler Bedeutung ist. Eine der Hybridlösungen ist die Stop-and-Go-Methode, die die Geschwindigkeit von MLS mit der Genauigkeit von TLS kombiniert. Anwendung finden solche Methoden in der Bauüberwachung, wie z. B. beim Scannen mit Roboterhunden.

Eine interessante Innovation war die Verwendung von Videos anstelle von Bildern bei mobilen Mapping-Anwendungen. Diese Videos werden mit simultaner Lokalisierung und Kartierung (SLAM) und Photogrammetrie kombiniert, um präzise Modelle zu erstellen. Diese Technik ermöglicht es, Informationen aus beweglichen Szenen zu erfassen und zu verarbeiten. Darüber hinaus steigt die Nachfrage nach detaillierten Bildern. Die 16K-Ultra-HD-Panoramafunktion repräsentiert das Streben der Branche nach hochauflösenden und detaillierten Bildern. Außerdem stellten eine Reihe von Firmen die Integration von Mobiltelefonhalterungen in Laserscannerhalterungen vor, die es den Benutzern ermöglicht, die Scanergebnisse in Echtzeit zu betrachten. Dies dient der Erfassung vollständiger Punktwolken vor Ort ohne Nachbearbeitung und Rückkehr zum Messort.

In Bezug auf die Datenverarbeitung wurden vielfältige Lösungen präsentiert, einschließlich Cloud- und Offline-Verarbeitungsmethoden sowie die Möglichkeit zur Verarbeitung vor Ort über Server von Remote-PCs. Post-Processing-Techniken wie die Integration von GNSS-Daten und die Verortung der Daten in Koordinatensystemen wurden verwendet, um die Genauigkeit weiter auf 1–3 cm zu verbessern. Die lokale und globale Genauigkeit hängt von der GNSS-Empfangs- und Kontrollpunktgenauigkeit ab. Die bereitgestellten Punktwolken und vektorisierten Daten können über Web-Plattformen geteilt und von verschiedenen Viewern angezeigt werden, wodurch die Abhängigkeit von spezifischer Software reduziert wird. Diese Technologien finden hauptsächlich in der Vermessung Anwendung, im Straßenbau und bei der Erstellung eines Baumkatasters. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Befahrung und Kartierung von Fahrbahnen, um Informationen für spätere Klassifizierung und andere Zwecke zu gewinnen.

Angesichts wachsender Bedenken hinsichtlich der Datensicherheit geht der Trend hin zum Schutz vertraulicher Karteninformationen, wie sich beispielsweise an der automatischen Erkennung und Unkenntlichmachung von personenbezogenen Informationen, wie Gesichtern und Kennzeichen, zeigt. Dabei haben die farblosen Punktwolken den Vorteil, dass sie weniger persönliche Details beinhalten.

Ein weiterer Trend geht in Richtung Multifunktionalität. Durch die Anbindung an verschiedene Module (thermisch, multispektral, RTK usw.) sind die Geräte jetzt vielseitiger und können unterschiedlichen Kartierungsanforderungen gerecht werden. Überdies sollten die Geräte plattformunabhängig sein und die Montage eines Scannersystems an einem Auto, LKW, einer Lokomotive, einem Militärjeep oder einem Rucksack ermöglichen. Die Mobile-Mapping-Geräte und ihre Daten werden auch in verschiedenen Bereichen eingesetzt. Heutzutage kartieren und nutzen Kommunen, aber auch private Unternehmen aus der Automobilbranche, die Kartierungsdaten (Punktwolken und Bilder). Die Punktwolken sind heutzutage in mehr als 50 Ländern rund um den Globus als Service herunterladbar.

9 Geodateninfrastrukturen und offene Geodaten

Ein Aspekt von Open Data ist die Bereitstellung von Geobasisdaten durch den Staat. Unternehmen, Behörden, wissenschaftliche Einrichtungen und Privatpersonen können auf diesen Daten aufbauen und daraus spezielle Informationen ableiten. Open-Data-Initiativen variieren von Bundesland zu Bundesland. Insbesondere bei ALS-Befliegungen können Rohdaten mit geringerer Auflösung enthalten sein. Eine wichtige Erkenntnis ist, dass der Staat nicht in direkter Konkurrenz mit privaten Unternehmen steht, da er grundlegend unterschiedliche Daten und Produkte bereitstellt. Dies schafft Raum für Zusammenarbeit und Wertschöpfung.

Die EU-Kommission verpflichtet die Mitgliedsstaaten, qualitativ hochwertige Datensätze aus den Themenbereichen Georaum, Erdbeobachtung und Umwelt, Meteorologie, Mobilität, Statistik, Unternehmen und Unternehmensbeteiligungen als Open Data bereitzustellen. Die PSI-Richtlinie für offene Daten des öffentlichen Sektors und deren Weiterverwendung tritt nach einer Übergangszeit von 16 Monaten am 9. Juni 2024 in Kraft. Diese Richtlinie umfasst die AAA-Daten, darunter ALKIS, ATKIS und AFIS, und wird voraussichtlich die Nutzung von Geodateninfrastrukturen in Deutschland weiter vorantreiben. Die Bayerische Vermessungsverwaltung hat ihr bestehendes OpenData-Angebot zum 1. Januar 2023 wesentlich erweitert.

In der EU ist das Projekt INSPRIE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) von besonderer Bedeutung, da es darauf abzielt, eine gemeinsame Geodateninfrastruktur in Europa aufzubauen, um die grenzüberschreitende Nutzung von Geodaten zu erleichtern. Während das Geodatenmanagement in Deutschland durch Projekte wie basemap.de Fortschritte macht, wurde von einigen Herstellern die Wichtigkeit von standardisierten Schnittstellen hervorgehoben. Deren Einsatz ermöglicht die Integration in Systeme von anderen Herstellern und sorgt so für gleiche Wettbewerbsbedingungen. Im Kontext des Umweltschutzes spielt Copernicus, das europäische Satellitenprogramm, eine wichtige Rolle. In Behörden auf Bundes-, sowie Landesebene erfährt die Verwendung von Daten, welche über das Copernicus Erdbeobachtungsprogramm bereitgestellt werden, zunehmende Verbreitung. Im Kontrast dazu steht die geringe Verwendung der Copernicus-Daten auf kommunaler Ebene. Um hier den Einsatz der angebotenen Produkte zu fördern, wird mit dem „Copernicus Netzwerkbüro Kommunal“ nun eine Plattform zur Beratung, Information und zum Austausch angeboten. Kommunen können sich über mögliche Anwendungen informieren und beraten lassen.

Seit dem 1. Juli 2023 hat Sachsen-Anhalt eine kostenfreie Bereitstellung der SAPOS®-Dienste. Damit bieten bereits zehn Bundesländer die SAPOS-Dienste kostenfrei an. Ab dem 1. Januar 2024 wird das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern die kostenlose Bereitstellung von SAPOS-Diensten anbieten.

10 Mobile GIS

Mittlerweile sind mehr oder weniger alle großen Anbieter von GIS-Software-Lösungen dazu übergegangen, auch mobile GIS-Anwendungen anzubieten. Zumeist für die effiziente und schnelle Durchführung von GIS-Feldarbeiten konzipiert, liegt bei der Entwicklung besonderes Augenmerk auf einfacher Bedienbarkeit, um auch die Verwendung durch Personal ohne speziellen Hintergrund in GIS zu ermöglichen. Ein zentraler Bestandteil vieler mobiler GIS-Systeme² ist die Überbrückung von Unterbrechungen im Mobilfunknetz, wie sie beispielsweise in Tunneln oder abgelegeneren Regionen auftreten können. Durch die Möglichkeit der Nutzung eines GIS-Systems auf einem mobilen Endgerät können Editierungen zunächst lokal vorgenommen und auf dem mobilen Endgerät zwischengespeichert werden. Bei wieder eintretender Verfügbarkeit von Mobilfunk werden diese dann anschließend hochgeladen.

Diverse Vermessungs-Apps, deren Anwendungsbereiche neben reinen Bestandsaufnahmen auch das Abstecken von Punkten oder Erdmassen- und Volumenberechnungen sind, werden durch Möglichkeiten der Augmented Reality erweitert. Zum Beispiel ist die graphische Darstellung eines zu verlegenden Rohres in 3D auf dem Smartphone möglich. Durch die Verfügbarkeit von LiDAR-Scannern in Smartphones der neuesten Generation eröffnen sich den diversen Herstellern von solchen Vermessungs-Apps neue Möglichkeiten. So wird laut Herstellerangaben die Generierung eines 3D-Meshes mit einer Genauigkeit von bis zu 5 cm möglich. Die maximale Messdistanz betrage ebenfalls laut Herstellerangaben bis zu 70 m. Da ein solches System auf eine Positionierung mittels eines GNSS-Empfängers zurückgreift, ist die Anwendung im Innenraum oder in sonstigen verschatteten Gebieten eingeschränkt. Eine ausreichend genaue Positionierung im Innenraum, beispielsweise über Mobilfunk, ist nicht möglich. Von den Herstellern wird auch bei solchen Vermessungs-Apps in Anbetracht des Mangels an ausreichend geschultem Personal die einfache Bedienbarkeit stets hervorgehoben.

Fazit

Auf der diesjährigen INTERGEO wurde deutlich, dass Methoden der künstlichen Intelligenz immer weiter in die Produkt- und Servicelandschaft integriert werden. Hier sticht jedoch nicht ein einzelnes Produkt heraus, vielmehr ist eine breite und sukzessive Einführung der Techniken zu erkennen. Insbesondere bei den Themen Erdbeobachtung und Smart Cities ist die Entwicklung von Anwendungen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit zu beobachten. Dies umfasst luftgestützte Wärmebildaufnahmen zur Überwachung von Heizungsnetzen und „intelligente Gebäudeverglasung“ für die automatisierte Regulation der durchlässigen Lichtmenge. Kernetreiber ist hier der Wunsch nach effizienteren, nachhaltigeren und resilienteren Städten und Regionen. Darüber hinaus wird weiter an der vereinfachten Bedienbarkeit von Instrumenten und Softwaretools gearbeitet, um die Einstiegshürden für Berufsanfänger und auch Quereinsteigern aus anderen Branchen zu senken. Für den Nachwuchs ist zudem das neu überarbeitete Internetportal „Arbeitsplatz Erde“³ hervorzuheben, welches eine gut strukturierte Übersicht an Studienorten und -plätzen im deutschsprachigen Raum

² Die neue Version 5.0 des „Leitfaden Mobile GIS“ ist zur INTERGEO 2023 erschienen und bietet einen umfassenden Überblick zum kostenfreien Download unter: <https://www.rundertischgis.de/publikationen/>

³ <https://www.arbeitsplatz-erde.de>

bietet und mit dem neuen Layout aktuell 1.000 Besucherinnen und Besucher pro Monat verzeichnet. Die Seite ist ein Gemeinschaftsprojekt der Verbände DVW, VDV und BDVI.

Außerdem lässt sich festhalten, dass neben den fachspezifischen Innovationen auch ein verstärktes Zusammenwachsen der einzelnen Disziplinen, wie z. B. zwischen BIM und GIS sowie der Einsatz von UAVs in maritimen Gebieten, stattfindet. Eine Plattform zur Vernetzung bietet die INTERGEO auch nächstes Jahr wieder vom 24. bis 26. September 2024 in Stuttgart.

Zum Schluss möchten die Verfasserinnen und Verfasser sich bei den Befragten bedanken, da die Analyse der Trends nicht ohne deren Expertise und Fachwissen möglich gewesen wäre. Ebenso gebührt dem Runden Tisch GIS e. V. und der HINTE Messe ein besonderer Dank, da sie den Messe-Besuch in Berlin ermöglicht haben.

Anschrift

Runder Tisch GIS e.V.
c/o Technische Universität München
Lehrstuhl für Geoinformatik
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Thomas H. Kolbe
Arcisstraße 21
80333 München
runder-tisch@tum.de
www.rundertischgis.de