



RUNDER TISCH GIS E.V.

KI? Allgegenwärtig.

Die Trendanalyse zur INTERGEO 2024

Thomas Fröch¹, Khaoula Kanna¹, Felix Olbrich¹,
Abdullah Saad², Chenhao Huang², Zihan Deng², Marilena Sedlmaier², Qiaoqiao Chen², Kai Thielen²,
Andreas Donaubaue¹

¹ Lehrstuhl für Geoinformatik, Technische Universität München (TUM), ² Studierende der TUM

Vorwort

Vom 24. bis 26. September 2024 fand die INTERGEO EXPO und CONFERENCE 2024 in Stuttgart statt. Zu den 579 Ausstellern und den rund 17.000 Besuchern aus 121 Ländern zählte auch in diesem Jahr wieder der Runde Tisch GIS e.V. mit seinem Trendanalyse-Team aus Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern der Technischen Universität München. Bereits im Vorfeld der Veranstaltung wurden in Fachgesprächen sowie durch Sichtung des Ausstellerverzeichnisses und des Konferenzprogramms relevante Themenfelder identifiziert. Durch die persönlichen Eindrücke sowie Interviews mit Ausstellern und Besuchern der Messe und der Vorträge auf den Expo-Stages und dem Kongress kristallisierten sich die folgenden Schwerpunktthemen heraus: Mobile Mapping und Laserscanning, geodätische Messtechnik und Satellitennavigation, Unmanned Systems, Erdbeobachtung und Umweltmonitoring, Smart Cities und Urban Digital Twins, 3D-GIS und 3D-Visualisierung, Building Information Modeling (BIM), Landmanagement, amtliche Geobasisdaten und Geodateninfrastrukturen, Standardisierung und Gesetzesgrundlagen sowie Nachwuchsgewinnung in der GI-Branche und Start-up-Aktivitäten. Künstliche Intelligenz wurde vom Team der bereits zum 21. Mal in Folge durchgeführten Analyse als übergeordneter Trend in allen untersuchten Themenbereichen identifiziert.



Abbildung 1: Das TUM-Trendanalyse-Team 2024 vor Ort in Stuttgart (v.l.n.r.: Kai Thielen, Dr. Andreas Donaubaue, Qiaoqiao Chen, Felix Olbrich, Marilena Sedlmaier, Leonie Engemann [Standbetreuung Runder Tisch GIS e.V.], Thomas Fröch, Khaoula Kanna, Chenhao Huang, Zihan Deng, Abdullah Saad)

1 Mobile Mapping und Laserscanning

Im Bereich des Mobile Mappings und Laserscannings lässt sich bezogen auf die Hardware ein Trend hin zu immer leichteren, handlicheren und mobileren Geräten identifizieren, welche sich durch ihre Flexibilität in diversen Einsatzszenarien auszeichnen. So wurden beispielsweise verschiedene neuartige handgehaltene Geräte für mobiles Laserscanning vorgestellt, welche sich durch ihr geringes Gewicht von beispielsweise 775g (inklusive Akku) auszeichnen. Bei einer Reichweite von 10 m erreichen derartige Geräte Genauigkeiten von +/- 2 cm.

Aufgrund der steigenden Diversifizierung der angebotenen Instrumente für klassisches terrestrisches Laserscanning finden sich geeignete Lösungen für viele Einsatzzwecke mit unterschiedlichen Anforderungen. So variieren beispielsweise die Reichweiten der verschiedenen Systeme von einigen hundert Metern für Indoor-Anwendungen bis hin zu mehreren Kilometern für Einsätze in schwer zugänglichem Gelände. Bezogen auf die maximalen Reichweiten, sowie auf die Datentransferraten der Geräte wurden im Vergleich zum Vorjahr keine neuen Bestwerte erzielt. Es werden zurzeit im Long-Range-Segment beispielsweise 4600 Meter bei einer Distanzgenauigkeit von 15 mm und einer Positionsgenauigkeit von 10 mm bei 100 m erzielt. Die Datentransferraten bewegen sich im Bereich von etwa 2,2 MHz.



Abbildung 2: handheld 3D-Laserscanner

Im Bezug auf die Prozessierung der Messdaten ist die zunehmende Fähigkeit mittels SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) Ergebnisse des Scanning-Prozesses in Echtzeit zu visualisieren erwähnenswert. Obwohl Punktwolken für die Live-Anzeige zumeist heruntergesampelt werden, ist ihr Detailreichtum ausreichend, um den Anforderungen der Echtzeitvisualisierung gerecht zu werden. Typischerweise liegt die Dichte unter $0,5 \text{ Punkte/cm}^2$, während die SLAM-Genauigkeit bis zu 1 Punkt/cm^2 erreichen kann. Zudem setzen alle großen Hersteller mittlerweile Panoramakameras ein, um zusätzlich optische Aufnahmen der Umgebung zu erfassen.

Zunehmend rückt auch die Thematik der automatischen Georeferenzierung in den Fokus der Entwicklung. Viele Unternehmen integrieren RTK-Funktionalitäten in ihre MLS-Systeme. Durch solche Methoden, in Kombination mit inertialen Navigationssystemen (INS), können auch Indoor-Scans ohne die Notwendigkeit von Kontrollpunkten innerhalb des Gebäudes mit einer Genauigkeit von etwa 5 cm automatisch georeferenziert werden. Ohne RTK-Integration ist eine automatische Georeferenzierung durch das Scannen von Kontrollpunkten möglich. Verschiedene Systeme erlauben es dabei, manuell verschiedene Kontrollpunkte auszuwählen und so die Georeferenzierung in Echtzeit zu optimieren.

Besonders für große Projekte wird die nahtlose Integration mit cloudbasierten Services immer wichtiger. Durch deren Nutzung werden eine schnellere Datenverarbeitung, das Teilen von Daten und die Zusammenarbeit mehrerer Akteure in Echtzeit möglich. Grundsätzlich gewinnt das Geschäftsmodell des „Pay-per-Use“ sowohl im Bereich des mobilen Laserscannings, als auch beim klassischen terrestrischen Laserscannings weiter an Bedeutung. Dabei fallen beispielsweise bei jedem Auslesen der Daten aus einem Gerät Kosten an, während dafür die Anschaffungskosten geringer sind. Ein solches Geschäftsmodell kann für sporadische Nutzung vorteilhaft sein, bei sehr intensiver Nutzung jedoch Mehrkosten für Nutzende verursachen. Oft sind die Geräte auch nur in Kombination mit Cloud-Lösungen zur Datenverarbeitung, welche über Abonnement-Geschäftsmodelle angeboten werden, sinnvoll einsetzbar. Es wird erwartet, dass solche Konzepte in Zukunft weitere Verbreitung finden werden. Zurzeit finden sich jedoch auch weiterhin klassische Vermarktungsstrategien, bei welchen Geräte uneingeschränkt genutzt werden können.

2 Geodätische Messtechnik und Satellitennavigation

In der geodätischen Messtechnik konzentriert sich die Entwicklung primär auf die Aktualisierung und Verbesserung bereits existierender Produkte. Zentrale Ziele bei der Weiterentwicklung von Laserscanning-Systemen und Tachymetern sind dabei die Beschleunigung der Messgeschwindigkeiten, die Erhöhung der Reichweiten und eine zunehmende Fernsteuerbarkeit der Instrumentierungen. So lassen sich beispielsweise Totalstationen innerhalb eines 1000-Meter-Radius effizient nacheinander von einem Standort aus bedienen. Dies reduziert den Personalaufwand erheblich, da so eine einzige Person mehrere Aufgaben gleichzeitig ausführen kann.

Auch in der terrestrischen Vermessung finden KI-Methoden Anwendung. Ein Ziel ist zum Beispiel die Verbesserung der Zielerfassung und -verfolgung bei Aufmaß- und Absteckarbeiten. Dabei werden automatisch Vorhersagen über die manuell von einem Mitarbeitenden durchgeführte Führung des Lotstabes gemacht. Derartige Vorhersagen können zu einer Beschleunigung der Arbeitsabläufe beitragen.

Bei der Erkundung von Wasserflächen wird zunehmend LiDAR-Technologie eingesetzt. Für Vermessungen unter Wasser kann die pulsed-time-of-flight (ToF)-Methode verwendet werden. Es werden hier Genauigkeiten im Millimeterbereich bei einer Reichweite von mehreren Dutzend Metern und einer Abtastrate von 100 kHz in Tiefen von bis zu 300 Metern erreicht. Es finden auch luftgestützte Systeme Anwendung, welche in der Lage sind in eine Wassertiefe von bis zu 20 m zu scannen. Bei einer Flughöhe von 80 Metern und einer Geschwindigkeit von 5 m/s kann eine Punktdichte von bis zu 20 Punkten/m² in einem Sichtwinkel von $\pm 20^\circ$ erreicht werden.

Ground-Penetrating-Radar-Systeme (GPR) werden zunehmend für den intuitiven Einsatz in komplexen Umgebungen konzipiert. Funktionen wie die Visualisierung von Mehrschichtansichten in Echtzeit ermöglichen es unterirdische Strukturen einfacher zu erkennen. Verschiedene GPR-Systeme bieten dynamische Zieloptimierung, Hindernisvermeidung und integrierte GNSS-Messungen, um die Genauigkeit der Positionierung zu verbessern. Zukünftige Entwicklungen in der GPR-Technologie werden sich voraussichtlich auf den Einsatz künstlicher Intelligenz zur Automatisierung von Interpretationen, der Verbesserung der Zielerkennung und der Bereitstellung prädiktiver Einblicke aus den gesammelten Daten konzentrieren. GPR-Systeme werden zum Beispiel häufig von Universitäten und vergleichbaren Forschungseinrichtungen eingesetzt. Deren Fokus liegt dabei auf detaillierten Untersuchungen unterirdischer Strukturen, beispielsweise in der Archäologie oder zum Umweltmonitoring. Daneben finden GPR-Systeme auch in öffentlichen Einrichtungen, wie beispielsweise der Stadt Essen, Anwendung. Ziel ist hier das Monitoring des Ist-Zustandes von Straßeninfrastruktur.

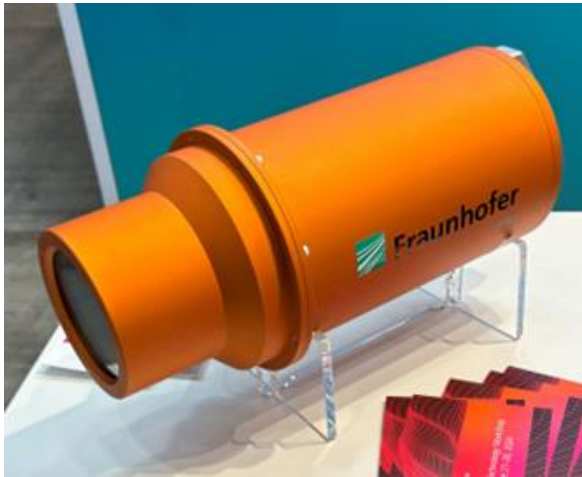


Abbildung 3: Unterwasser LiDAR Scanner (links), Ground-Penetrating-Radar Gerät (rechts)

Im GNSS-Bereich sind vor allem Weiterentwicklungen existierender RTK-Lösungen zu beobachten. Der Trend geht hier klar in Richtung der Integration von RTK-Systemen mit anderen Technologien, sodass Kontrollpunkte nicht mehr physisch erreicht werden müssen. Eine Lösung besteht beispielsweise darin, RTK mit SLAM zu kombinieren (siehe hierzu auch Abschnitt 1). Beim Scannen bestehender Kontrollpunkte können diese in Echtzeit auf dem Scan-Display angezeigt und genau erfasst werden. Eine weitere Methode ist die Kombination von RTK mit Laserdistanzmessungen. Hierbei werden Abstand und Winkel zwischen dem GNSS-Empfänger und einem Zielpunkt per Laser ermittelt, um die Koordinaten des Messpunkts präzise zu berechnen. Es kann dabei eine Genauigkeit von 2,5 cm auf 10 m Entfernung erreicht werden.

3 Unmanned Systems

Auch dieses Jahr gab es wieder ein breites Angebot an unbemannten Systemen. Diese reichen von luftgestützt operierenden Multicoptern und Starrflügel-Drohnen (UAVs), über Roboterhunde, sowie Fahrzeuge mit Rädern und Ketten auf dem Land, bis hin zu Systemen auf und unter dem Wasser.

Bei der Entwicklung der unbemannten Systeme finden Verbesserungen zurzeit primär im Bereich der Automatisierung und durch den Einsatz künstlicher Intelligenz statt. UAVs fliegen etwa selbstständig geplante und optimierte Strecken ab oder passen ihre Flugroute anhand automatisch erkannter Objekte an. Dadurch ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten, beispielsweise in der Landwirtschaft, Verkehrsinfrastruktur oder für Offshore-Anlagen. Es werden jedoch auch weiterhin viele manuell ferngesteuerte Systeme angeboten. Insgesamt besteht eine wachsende Nachfrage nach Lösungen für komplexere Szenarien, was eine intensivere Schulung der Anwender, insbesondere von öffentlicher Stelle, erforderlich macht.

Erwähnenswert ist die Entwicklung kleinerer, leichter und kostengünstiger Drohnen, welche zu einem großen Teil aus biologisch abbaubaren Rohstoffen hergestellt werden. Diverse Komponenten solcher sowohl für die zivile, als auch für militärische Nutzung konzipierter Systeme bestehen zum Beispiel aus Holz oder biologisch abbaubarem Kunststoff. Ebenso wurden Drohnen mit Wasserstoffantrieb präsentiert. Damit eröffnet sich ein neuer, auf ökologische Nachhaltigkeit ausgerichteter Zweig in der Branche.

Die Informationsplattform dipul (digitale Plattform Unbemannte Luftfahrt) des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr bietet hilfreiche Informationen und dient auch zur Planung von Befliegungen. Aufgrund von teils unklaren rechtlichen Verhältnissen (vgl. Abschnitt 9), haben angezeigte Flugverbotszonen jedoch keine Rechtsverbindlichkeit, was den Nutzen von dipul schmälert. Eine Weiterentwicklung der Plattform und vor allem das zentrale Beantragen und Erlangen von Fluggenehmigungen und mehr Rechtssicherheit bleiben offene Herausforderungen. Zurzeit steht der auf dipul einsehbare Datensatz mit geographischen Gebieten, welche besondere Anforderungen an den Flugbetrieb stellen, bereits als Web Map Service (WMS) zur Verfügung. Eine anderweitige Bereitstellung des ca. 1GB umfassenden Datenpakets der Flugverbotszonen, z. B. per klassischem Download, ist geplant.

Zusätzlich zu den komplexen rechtlichen Rahmenbedingungen fallen insbesondere für kleinere Ingenieurbüros die teils hohen Anschaffungskosten stark ins Gewicht. Abhilfe können hier die Leihprogramme diverser Firmen bieten. Dadurch haben auch kleine Ingenieurbüros die Möglichkeit für einzelne Aufträge Dienstleistungen mittels unbemannter Systeme anzubieten, ohne sich dauerhaft an ein System binden zu müssen.

Wurden Unmanned Systems bislang hauptsächlich für die Datenerfassung genutzt, so könnte in Zukunft auch die Absteckung in bestimmten Anwendungsfällen von autonomen Systemen profitieren. Interessant ist in diesem Zusammenhang eine zunehmende Verfügbarkeit von Robotern, welche selbstständig Markierungen auf dem Untergrund anbringen können. Solche Systeme finden beispielsweise bei der Absteckung von Freiflächenphotovoltaikanlagen, sowie im Messe- und Trockenbau Anwendung. Es werden mehrere tausend Punkte pro Tag mit Genauigkeiten im Millimeterbereich erreicht. Häufig werden diese Geräte im Rahmen eines „Pay-per-Use“-Geschäftsmodells angeboten.



Abbildung 4: Verschiedene Absteck-Roboter für Indoor und Outdoor Anwendungen

4 Erdbeobachtung und Umweltmonitoring

Während auf der diesjährigen Messe keine vollständig neuen Satellitentypen vorgestellt wurden, haben viele Anbieter im vergangenen Jahr die Zahl ihrer Satelliten erhöht oder planen dies in der näheren Zukunft zu tun. Die großen Investitionen der letzten Jahre in den Fernerkundungsbereich führen laut einem Aussteller dazu, dass sich die Konkurrenz um die Vermarktung von Satellitenprodukten verschärft hat. Innovationen in der Entwicklung von Anwendungen für Satellitendaten sind daher das Ziel vieler Anbieter, um neue Kunden zu gewinnen. Erdbeobachtung bietet eine umfassende, großflächige Sicht auf die Erde und spielt dementsprechend eine

entscheidende Rolle bei der „Green Transformation“ sowie der Überwachung der Folgen des Klimawandels. In diesem Kontext gewinnen Maßnahmen zur Klimaanpassung und der Einsatz erneuerbarer Energien zunehmend an Bedeutung. Erwähnenswert ist die Nutzung verschiedener Erdbeobachtungsdaten zur Abschätzung des Solarpotenzials von Gebäuden. Dabei werden Satellitenbilder und Punktwolken-Daten verwendet, um die Gebäudegrundrisse zu erfassen und Eigenschaften wie Größe, Neigung und Ausrichtung von Dächern zu ermitteln. Diese Informationen werden im nächsten Schritt mit Sonnenverlaufstrajektorien abgeglichen, um das Solarpotenzial zu berechnen. Hierbei werden verschiedene Datensätze wie Orthophotos, stereoskopische Punktwolken und OpenStreetMap (OSM)-Daten integriert. Mithilfe von Geoinformationssystemen und multikriteriellen Entscheidungsanalysen werden geografische, rechtliche und technische Faktoren in die Bewertung einbezogen. KI wird genutzt, um diese komplexen Analysen weiter zu verfeinern und die Effizienz zu steigern.

Der Einsatz künstlicher Intelligenz aus dem Bereich der Computer-Vision hat sich im Bereich der Erdbeobachtung und des Umweltmonitorings fest etabliert. Typische Anwendungen sind hier die Klassifizierung und semantische Segmentierung von Satellitenaufnahmen zum Monitoring des Zustandes und der Gesundheit von Waldgebieten oder zur Ermittlung der Landbedeckung. Letztere funktionieren derzeit bei versiegelten Flächen mit Genauigkeiten bis weit in die hohen 90er-Prozente hinein gut. Häufiger finden sich Fehlklassifikationen beispielsweise in Bereichen, welche von Schattenwurf durch Gebäude, oder von hohem Tidenhub betroffen sind. In Zukunft könnte die Einbeziehung von SAR-Daten in den Prozess der Klassifizierung zu einer Verbesserung in solchen Fällen beitragen.

Es wurden des Weiteren auch diverse Konzepte und Methoden zum Umgang mit Naturkatastrophen, sowie zur Unterstützung bei der Untersuchung des Zustands von Infrastruktur präsentiert. Insbesondere beim Monitoring von Brücken besteht seit dem Einsturz der Carolabrücke in Dresden am 11. September 2024 eine erhöhte Nachfrage. Eine innovative Möglichkeit ist hier die Verwendung von TerraSAR-X High-Resolution Spotlight-Daten zur Analyse des strukturellen Zustandes von Brücken. Dabei können Deformationen mit einer Genauigkeit von bis zu 2 mm identifiziert werden.



Abbildung 5: Beispielhafte Bestimmung des Solarpotentials aus optischen Satellitendaten

In jüngster Zeit haben mehrere Unternehmen Produkte eingeführt, die Techniken der künstlichen Intelligenz nutzen, um große Archive historischer Satellitendaten mit hochwertigen Laserreferenzdatensätzen zu kombinieren. Diese Innovationen unterstützen das CO₂-Emissionsmanagement sowie die digitale Überwachung, Berichterstattung und Verifizierung (MRV) sowie die Verfolgung von Wiederaufforstung und Entwaldung.

Forschungs- und Entwicklungsthemen sind weiterhin die Überwindung von Barrieren wie Wolkendecken durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz oder die Integration und Kombination verschiedenster Sensoren mit dem Ziel, Umweltvariablen zuverlässiger, genauer und in kürzeren Zeitabständen bestimmen zu können.

Zunehmend wird auch die Anwendung von großen Sprachmodellen untersucht. Vielversprechend ist hier beispielsweise der Einsatz zur Verknüpfung visueller Daten mit entsprechenden sprachlichen Informationen. Anwendungen liegen beispielsweise in verbesserter Bildinterpretation oder der Automatisierung komplexer Szenarien im Bereich des Umweltmonitorings.

Die wachsende Auswahl verschiedener Datenprodukte von privatwirtschaftlichen und öffentlichen Anbietern macht es für viele Anwender schwierig, die für den jeweiligen Zweck am besten geeigneten Daten und Methoden auszuwählen. Dadurch gewinnt die professionelle Beratung in diesem Bereich an Bedeutung.

5 Smart Cities und Urban Digital Twins

Ein bedeutender Trend der INTERGEO 2024 ist die verstärkte Nutzung digitaler Zwillinge zur effektiveren Verwaltung und Planung städtischer Infrastrukturen. Städte gehen über herkömmliche LoD2-Modelle hinaus und setzen auf detailliertere, dynamische digitale Zwillinge mit der Fähigkeit zur Integration von Echtzeitdaten. Dies ermöglicht fundierte Entscheidungen in Bereichen wie Mobilität, Klimaschutz und Wohnraumplanung. Solche digitalen Zwillinge sind somit sinnvolle Werkzeuge für eine moderne Stadtplanung und bieten einen ganzheitlichen Ansatz für das städtische Management.

Ein Beispiel dafür liefert das Land Bremen, wo digitale Zwillinge in der Stadtplanung, unter anderem für die Solarpotenzialanalyse und Bürgerbeteiligung, eingesetzt werden. Dadurch werden transparentere und zugänglichere städtische Umgebungen geschaffen. Der interaktive 3D-Viewer des Landes Baden-Württemberg, basierend auf CityGML LoD2-Modellen, verdeutlicht, wie digitale Zwillinge mit verschiedenen Datenquellen verknüpft und über das Internet für die öffentliche Nutzung allgemein zugänglich gemacht werden können.

Auf der Konferenz betonten verschiedene Vorträge die Notwendigkeit von Standards für digitale Zwillinge, insbesondere im Hinblick auf Datensicherheit und Zugriffsrechte. Es wird zunehmend erkannt, dass standardisierte Anforderungen für den Einsatz digitaler Zwillinge in verschiedenen Städten notwendig sind, um gemeinsame Herausforderungen wie Klimaschutz und Mobilität zu bewältigen. In diesem Kontext soll auf die Veröffentlichung der DIN SPEC 91607 „Digitaler Zwilling für Städte und Kommunen“ hingewiesen werden (vgl. Abschnitt 9).

Darüber hinaus spielt künstliche Intelligenz (KI) eine wachsende Rolle bei der Integration digitaler Zwillinge in die städtische Infrastruktur. Auffallend war der zunehmende Einsatz von großen Sprachmodellen (Large Language Models, LLM). Die Haupteinsatzzwecke umfassen dabei die Anwendung als Sprachassistenten zur Vereinfachung des Zugangs zu Geodaten, sowie zur Assistenz

beim Einsatz von spezialisierten Softwareprodukten. Daneben finden sich auch sogenannte (multi-) Agent-Systeme, welche komplexere Aufgabenstellungen in einzelne Teilaufgaben zerlegen und so automatisch bewältigen können. In diesem Zusammenhang entwickeln beispielsweise GIS-Softwareunternehmen verschiedene KI-Assistenten auf der Grundlage von LLMs für die Nutzer ihrer Produkte. Die Nutzer haben die Möglichkeit, verschiedene KI-Modelle zur Unterstützung bei spezifischen Aufgaben zu verwenden. KI-Tools analysieren komplexe Geodaten, automatisieren Arbeitsabläufe und unterstützen Entscheidungsprozesse. Insbesondere helfen große Sprachmodelle, die Lücke zwischen Fachanwendungen und Experten zu schließen, indem sie den Zugang zu komplexen (Geo-) Informationen erleichtern.

Eine zunehmende Verknappung der Ressource Trinkwasser ist ein weiterer relevanter Aspekt im Bereich Klima und Umwelt. Durch den Einsatz von digitalen Zwillingen können Gewässernetze dokumentiert und Modellierungen in Echtzeit durchgeführt werden, welche eine fundierte Entscheidungsfindung und Risikobewertung ermöglichen. Ein Beispiel dafür ist die Nutzung von digitalen Zwillingen im Bereich des Abwassermanagements, welche im Rahmen eines Expo-Vortrages vorgestellt wurden. Diese Technologie bietet die Grundlage für ein Umdenken im Management von Regenwasser und ermöglicht innovative Ansätze wie die Abwasserwärmerückgewinnung, sowie die weitere Nutzung stofflicher Anteile. Zusätzlich fördert die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Unternehmen die Integration von 3D-Geodaten mit dem Internet of Things (IoT), was umfassendere und dynamischere digitale Zwillinge ermöglicht. Diese befähigen Städte zu einer Verbesserung der Verwaltung ihrer Infrastrukturen und der effektiveren Anpassung an aktuelle Herausforderungen wie den Klimawandel oder die Verkehrswende.

6 3D-GIS, Virtuelle 3D-Stadtmodelle, 3D-Visualisierung

Die Entwicklung virtueller 3D-Stadtmodelle und 3D-Visualisierung ist eng verknüpft mit urbanen digitalen Zwillingen. Städte und Unternehmen stehen vor der Herausforderung, bestehende Standards wie CityGML effizienter zu nutzen, um hochaktuelle Modelle bereitzustellen. Im Kontext der Rekonstruktion von 3D-Stadtmodellen ziehen es viele Anwender derzeit vor, zunächst 2D-Karten zu erzeugen und dann in einem zweiten Schritt 3D-Modelle aus diesen abzuleiten. Nur vereinzelt werden direkt 3D-Modelle ohne weitere Zwischenschritte von Grund auf erstellt. Zudem wurden verschiedene, proprietäre und fallspezifisch optimierte Speziallösungen präsentiert. Ein Beispiel ist hier die Rekonstruktion von simplen 3D-Meshmodellen aus optischen Aufnahmen als Teil einer spezialisierten Anwendung zur intelligenten Platzierung von Photovoltaikerelementen im urbanen Raum.

Des Weiteren gewinnt das Thema der Echtzeit-3D-Rekonstruktion für Anwendungen im Management von diversen Krisensituationen, wie beispielsweise nach Erdbeben oder Überflutungen, an Bedeutung. In diesem Kontext kommen auch proprietäre KI-Methoden für Objekt- und Zielerkennung zum Einsatz. Durch die Identifikation beispielsweise von Gebäuden, Vegetation oder auch einzelner Personen können die Fähigkeiten der diversen Akteure beim Krisenmanagement verbessert werden.

Aussteller hoben die Vorteile der kombinierten 3D-Visualisierung von semantischen Stadtmodellen, Meshmodellen und Punktwolken hervor. Flexible Betrachtungswinkel ermöglichen eine genauere Analyse der städtischen Infrastruktur und bieten damit eine verbesserte Datenvisualisierung im Vergleich zu herkömmlichen 2D-Ansichten. Solche Visualisierungstechniken sind besonders in der Stadtplanung und für Anwendungen wie Umweltüberwachung und Netzmanagement von Bedeutung.

Ein weiterer Trend ist die Integration von CityGML-Daten in Game-Engines, um komplexe Simulationen für die Anwendung in Echtzeit in hoher visueller Qualität verfügbar zu machen. Unternehmen nutzen öffentlich verfügbare semantische 3D-Stadtmodelle deutscher Städte, um beispielsweise Verkehrssimulationen zu erstellen, welche in Echtzeit in 3D visualisiert werden. Diese Integration zeigt das Potenzial von CityGML für die Weiterentwicklung von Simulations- und Planungsanwendungen.

7 Building Information Modelling (BIM)

Interoperabilität und Integration von BIM und GIS bleiben weiterhin ein wichtiges Thema. Neben Verbesserungen in der Unterstützung gängiger Formate in populärer Software wurde unter anderem das Thema „Scan-to-BIM“ intensiv thematisiert. „Scan-to-BIM“ bleibt somit wie in den vergangenen Jahren ein relevantes Thema.

Ungelöst bleibt jedoch weiterhin die Thematik einheitlicher Datenmodelle und -formate. Vielfach besteht der Wunsch, an den zurzeit verwendeten proprietären domänenspezifischen Formaten (z. B. von Allplan, Archicad, AutoCAD, Revit, etc.) festzuhalten, was eine softwareübergreifende Lösung erschwert. Da IFC als standardisiertes BIM-Datenmodell und –Format als Alternative die Übertragbarkeit von Gebäudemodellen zwischen verschiedener Software erleichtert, ergibt sich hier ein wachsendes Interesse.

Die Nutzung von KI-Assistenzprogrammen hält auch im Bereich von BIM Einzug. Hier reichen die Anwendungen von der Wahl eines geeigneten Werkzeugs über Datenanreicherung wie zum Beispiel dem Bestimmen fehlender semantischer Informationen eines Bauteils (Material, Beschriftungen, etc.) bis hin zu komplexen Abläufen und Optimierungsprozessen der Bauvorhaben (z. B. die Anordnung der Baustelle, Baugrube oder die Weiternutzung von Baustoffen) und dem vereinfachten Zugang zu komplexer Information. Ebenfalls gezeigt wurde das Ableiten eines 3D-BIM-Modells aus einem 2D-Plan (bereitgestellt in Dateiformaten wie PNG, JPEG oder PDF) mittels KI.

Ein wichtiger Schritt in Richtung Digitalisierung und der Integration von BIM und GIS wurde mit dem Forschungsprojekt „3D-Lageplan zum Baugesuch“ angekündigt. Es soll hierbei unter Federführung des BDVI (Bund der öffentlich bestellten Vermessungsingenieure e.V.) in den nächsten zwei Jahren ein unabhängiges Datenmodell zur Beschreibung der Anforderungen an den Lageplan entwickelt werden. Unter anderem sollen die bisherigen Abläufe, wie zum Beispiel Abstandsflächenberechnungen mittels BIM- und GIS-Integration erleichtert werden. Des Weiteren sollen relevante Prüfprozesse der Bauverordnungen automatisiert durchgeführt und BIM und GIS in einem gemeinsamen Prozess vereint werden. Unterschiedliche gesetzliche Rahmenbedingungen werden bislang als eine Herausforderung gesehen, da aufgrund des Föderalismus jedes Bundesland eine eigene Bauordnung bereitstellt. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts sollen zu einem erleichterten digitalen Bauantrags- und Genehmigungsverfahren beitragen.

Des Weiteren wurde auf der diesjährigen Intergeo die Version 4 des Leitfadens „Geodäsie und BIM“ vorgestellt. Der Leitfaden, welcher vom Runden Tisch GIS e.V. und DVW (Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement) veröffentlicht wurde, kann unter <https://www.rundertischgis.de/publikationen/leitfaeden-runder-tisch-gis-e-v-netzwerk/#leitfaden-geo-bim> heruntergeladen werden. Die Version 4.0 des Leitfadens ist mit vielen neuen Praxisbeispielen erschienen. Zudem gibt es ein neues digitales Repositorium zum Leitfaden auf Basis des

Aktivitätenkatalogs des Runden Tisch GIS e.V.. Über das Repositorium werden ergänzende Dokumente sowie Praxisbeispiele aus früheren Leitfadenversionen bereitgestellt.

8 Landmanagement, amtliche Geobasisdaten und Geodateninfrastrukturen, Open Data

Ein zentrales Thema im Bereich des Landmanagements und der Geodateninfrastrukturen ist die Einführung des SAPOS-Satellitenpositionierungsdienstes 2.0 ab Januar 2025. Aufgrund steigender Nutzerzahlen stößt der aktuelle Dienst an Kapazitätsgrenzen. Die neue PPP-RTK-Technologie ermöglicht eine unidirektionale Datenübertragung über Internet oder digitalen Rundfunk. Dadurch können Korrekturdaten nahezu unbegrenzt vielen Nutzenden bereitgestellt werden. In Bundesländern, in denen SAPOS bereits kostenfrei angeboten wurde, bleibt der Dienst weiterhin ohne Gebühren nutzbar. Hauptnutzende des Dienstes sind die Landwirtschaft (60%) sowie das Vermessungs- und Baugewerbe (20%).

Im Bereich der geotopographischen Daten gibt es laut AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland) ebenfalls Neuerungen. Die digitale topographische Karte 1:100.000 (DTK100) ist nun deutschlandweit als Open Data verfügbar. Beim digitalen Geländemodell (DGM) wird nur noch die 1-Meter-Auflösung angeboten. Zusätzlich wurde ein neues digitales Oberflächenmodell (DOM) eingeführt. Der bereits im letzten Jahr veröffentlichte Basemap-Service wird kontinuierlich erweitert und erfreut sich großer Nachfrage. Bis Ende 2024 plant die AdV die Veröffentlichung eines mit Hilfe von KI erstellten Landbedeckungsmodells. Verbesserungen im Katasterwesen umfassen Updates der Hausumringe, die aus aktuellen Flurstücksdaten abgeleitet werden, in kürzeren Zyklen. LoD1-Daten wurden eingestellt, es sind nur noch LoD2-Daten verfügbar. Außerdem sind die Gebühren für kostenpflichtige Datensätze seit Juni 2024 gesunken, und neue Nutzungsrechte ermöglichen einen vereinfachten bundesweiten Zugriff. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die quartalsweise Aktualisierung der druckoptimierten und maßstabsbezogenen Kartenausgabe basemap.de P10-Raster und der basemap.de Web-Raster, die seit dem 01. Oktober 2024 online verfügbar sind. Beschriftungsfehler an Kachelgrenzen wurden in dieser Version korrigiert.

Die freie Verfügbarkeit von amtlichen Geobasisdaten bringt viele Chancen mit sich. So wurde auf der Messe ein reichhaltiges Angebot verschiedenster Anwendungsmöglichkeiten präsentiert. Die freie Verfügbarkeit der Daten stellt die für die Datensätze verantwortlichen Behörden jedoch weiterhin vor Herausforderungen. So kann zwar die Nachfrage nach den verschiedenen Datensätzen grundsätzlich über die Downloadzahlen verfolgt werden, aber eine Gewinnung weiterer Informationen über die Nutzung dieser Daten ist ohne Weiteres nicht möglich. Dies erschwert die kunden- und anwendungsorientierte Weiterentwicklung der angebotenen Produkte.

Eine ausstehende Thematik im Bereich der Geodateninfrastrukturen bleibt die Digitalisierung analoger Daten und Archivbestände. Neben tatsächlich analogen Daten wie Karten oder Luftbildern sollen auch herkömmliche PDFs ausgewertet und für die zukünftigen Nutzungen weiter aufbereitet werden. Nennenswerte Beispiele sind hier das automatisierte Ableiten von Elementen aus Karten und Plänen von Industrieanlagen (z. B. Leitungsverläufe, Systemkomponenten und Beschriftungen), das Ergänzen von Metadaten für eine bessere Indizierung von Suchmaschinen oder das Umwandeln in modellbasierte Repräsentationen. Hier werden bereits etablierte Verfahren, wie Segmentierung und

Klassifizierung, mit neuen KI-Methoden, wie zum Beispiel großen Sprachmodellen, kombiniert. Somit wird auch in diesem Bereich eine Vielzahl von – teils neuen – KI-Methoden eingesetzt und weiterentwickelt.

9 Standardisierung und Gesetzesgrundlagen

Auf der diesjährigen INTERGEO ließen sich in Bezug auf KI verschiedene Bestrebungen zur Standardisierung und gesetzlichen Regulierung beobachten. Insbesondere zu nennen sind hier der im März dieses Jahres von der EU beschlossene „Artificial Intelligence Act“, welcher KI-Anwendungen in verschiedene Risikogruppen einteilt, und die „DIN SPEC 92005“, welche seit Januar 2024 öffentlich verfügbar ist und sich auf die Quantifizierung von Unsicherheiten bezieht. Hier zeigt sich ganz allgemein ein zunehmendes Bewusstsein für die unterschiedlichen Risiken und Problematiken, welche der Einsatz von künstlicher Intelligenz mit sich bringen kann.

Im Diskurs um den Einsatz von UAVs stehen in diesem Jahr besonders die rechtlichen Grundlagen im Fokus. Insbesondere datenschutzrechtliche Aspekte sind hierbei von herausragender Bedeutung und stoßen allgemein auf größeres Interesse als beispielsweise sicherheitstechnische Aspekte.

„Aktuell ist die Planung [Genehmigungen und Berücksichtigung rechtlicher Einwände] aufwendiger als die Durchführung und Auswertung der Messdaten zusammen“, so fasste ein Messebesucher, welcher im Fachbereich der Datenerfassung mittels unbemannter Systeme tätig ist, die aktuelle Situation zusammen. Viele Unternehmen empfinden aktuelle gesetzliche Regelungen als belastend. Oft seien Formulierungen unpräzise oder nicht ausreichend definiert. Des Weiteren sind Restriktionen in Deutschland im Vergleich zu anderen EU-Ländern deutlich höher angesetzt. Hinzu kommt, dass es zurzeit keine einheitliche Auslegung der geltenden Gesetzesgrundlagen gibt. Rechtslage, fallspezifische Auslegung und Rechtsprechung können sich hier zurzeit durchaus widersprechen. Aufgrund niedrigerer Beschränkungen für kleinere Drohnen finden diese vermehrten Einsatz. Das volle Potenzial kann jedoch auch hier derzeit nicht ausgeschöpft werden. Trotz der aktuellen Herausforderungen strebt Deutschland das Ziel an, Leitmarkt für Drohnen zu werden.

Auch im Bereich der Standardisierung von urbanen digitalen Zwillingen gibt es Fortschritte. So wurde nach einer Entwicklungszeit von über zwei Jahren die „DIN SPEC 91607 – Digitaler Zwilling für Städte und Kommunen“ veröffentlicht. Als erster Standard auf diesem Gebiet bietet sie einen umfassenden Überblick über urbane digitale Zwillinge, indem sie anwendungsorientiert deren Entwicklung und relevante Themen behandelt und diese im Rahmen kommunaler Zielsetzungen einordnet. Die „DIN SPEC 91607“ und „DIN SPEC 92005“ können kostenfrei auf der Website des DIN heruntergeladen werden.

10 Nachwuchsgewinnung in der GI-Branche und Start-up-Aktivitäten

Im direkten Gespräch wiesen einige Aussteller auf den Mangel an Fachpersonal im Bereich Geodäsie und Geoinformation hin, der trotz derzeitiger wirtschaftlicher Situation weiterbesteht. Laut DVW (Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement) kommen auf 485 freie Stellen in dem Bereich nur 100 Bewerber mit Bildungshintergrund in der Geodäsie. Der Fokus des DVW liegt derzeit deshalb auf der Nachwuchsgewinnung. Verschiedene Maßnahmen in dem Bereich sind beispielsweise Tage der offenen Tür, Schülermessen, Schulaktionen, die Aktionswoche Geodäsie, die

Nutzung von digitalen Medien oder der „Girls Day“. Es wird von Seiten des DVW auch eine bessere Integration in den Schulunterricht angestrebt, um das Berufsbild bekannter zu machen (z. B. Ausflüge zu Vermessungen als Ergänzung zum Trigonometrieunterricht). Neben dem direkten Kontakt zu Kindern und Jugendlichen im Schulalter werden Fortbildungen für Berufsberater angeboten. Zudem sollen durch die verschiedenen Maßnahmen auch Lehrer und Eltern informiert werden. Laut Aussage des DVW haben Aktionen mit direktem Kontakt zu Schülern den größten Erfolg.

Start-ups hatten auf der Messe die Möglichkeit, sich auf einer Gemeinschaftsfläche zu präsentieren. Die meisten Start-up-Unternehmen konzentrieren sich auf KI-Implementierungen. Zum einen werden Algorithmen zur Unterstützung von Software und webbasierten Lösungen entwickelt, zum anderen entwickeln einige Start-up-Unternehmen eigene Anwendungen, beispielsweise zur Objekterkennung auf der Grundlage von Satelliten- und Drohnenaufnahmen.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die diesjährige INTERGEO stark vom Thema Integration geprägt war. Einerseits gab es die Verknüpfung verschiedener Sensorsysteme und Prozessierungsmethoden, andererseits die Entwicklung der voranschreitenden Einbindung von Methoden der künstlichen Intelligenz in bestehende Aufgabenbereiche und Branchen. Klassische KI-Methoden wie beispielsweise zur Objektdetektierung und zur Segmentierung von Bildern und Punktwolken haben sich fest etabliert. Hervorzuheben sind aktuell insbesondere Entwicklungen und Bestrebungen zum Einsatz von großen Sprachmodellen (LLMs). War KI in der Vorbereitung der Trendanalyse noch als eigenes Themenfeld geplant, so zeigte ein Besuch der Messe, dass KI mittlerweile in alle untersuchten Bereiche der Geodäsie und Geoinformatik Einzug gehalten hat und somit als übergeordneter Trend der INTERGEO 2024 gelten kann.

Viele Hersteller werben mit dem Begriff KI. Bei verschiedenen Demos und Vorträgen konnte der Einsatz von künstlicher Intelligenz beobachtet werden. Dabei wurde oftmals – auch aufgrund des starken Wettbewerbs in diesem Bereich – nicht näher ausgeführt, welche Methoden und KI-Modelle im Detail zum Einsatz kommen. Für Anwender bleibt somit noch abzusehen, welche Effizienz- und Leistungssteigerungen durch den Einsatz von KI zu erwarten sind.

Ergänzend dazu standen die umfassenden Eigenschaften digitaler Zwillinge im Fokus, deren integrative Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt deutlich hervorgehoben wurden und in Zukunft die Integration von Bürgerinnen und Bürgern in diverse Entscheidungsprozesse weiter fördern könnten.

Die vor allem im INTERGEO-Kongress erkennbare zunehmende Ausrichtung der Branche auf Klimaanpassung und die grüne Transformation weckt Hoffnung auf nachhaltige Innovationen und langfristige Lösungen, die sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile bringen können. So richten viele Städte ihre Anstrengungen verstärkt auf Nachhaltigkeit und Klimaneutralität aus. Sie konzentrieren sich zunehmend auf den Einsatz digitaler Zwillinge als Grundlage für klimaneutrale Städte. Diese digitalen Infrastrukturen bieten Städten die Möglichkeit, ihre Umweltauswirkungen zu überwachen und durch datengestützte Lösungen nachhaltige Entscheidungen zu treffen.

Zum Schluss möchten die Verfasserinnen und Verfasser sich bei allen 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 Expo & Conference GmbH ein besonderer Dank, da sie den Besuch der Messe in Stuttgart 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