Trendanalyse Intergeo 2023

Die Intergeo 2023 fand vom 10. bis 12. Oktober 2023 in Berlin statt. Rund 17 000 Teilnehmer besuchten 570 Aussteller aus über 40 Ländern, was die internationale Bedeutung der Messe unterstrich. 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 auf der Basis von Ausstellerinterviews. Die Analyse wurde im Auftrag des Runden Tisch GIS e. V. durchgeführt.

Künstliche Intelligenz (KI) und Cloud-Computing

Eine der am weitesten verbreiteten Anwendungen von KI ist die Klassifizierung von Punkten in Punktwolken, vor allem im Bereich der linearen Infrastruktur (z. B. Bahnstrecken, Gaspipelines oder Stromtrassen). Ein zweiter weitverbreiteter KI-Anwendungsbereich ist die Objekterkennung und -segmentierung in Bild- und Punktwolkendaten. Diese Technologie wird vor allem in den Bereichen des Umweltmonitorings, der Öl- und Gasindustrie sowie der Sicherheitsbranche verwendet.

Der Trend bei auf KI basierenden Services geht in Richtung 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 auf Datensicherheit.

Heutzutage gestalten sich die meisten großen Modelle in Form 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 Transparenz zu steigern (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 realistisch anmutenden Textur für 3D-Modellierungsaufgaben.

Erdbeobachtung und Fernerkundung

Satellitenanbieter konzentrieren sich 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 wird eine räumliche Auflösung bis zu 30 m erreicht. Diese 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 Programm „Environmental Mapping and Analysis Program (EnMAP)“, Daten zur Überwachung globaler Umweltveränderungen. In den nächsten Jahren werden neue Satelliten aus dem Copernicus-Programm 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.

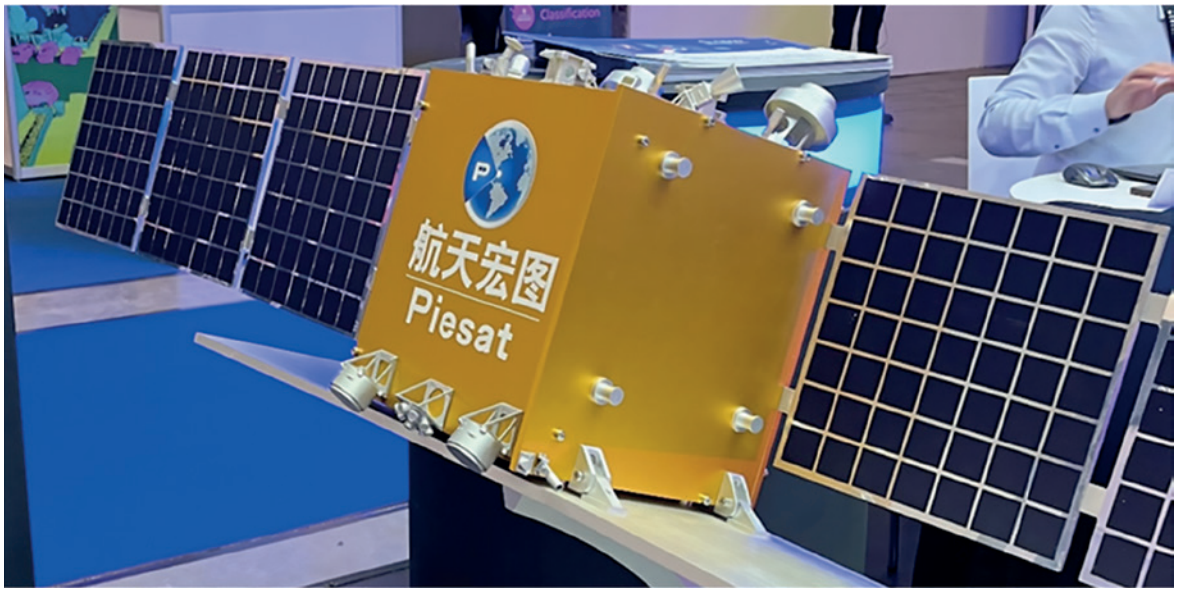
Darüber hinaus präsentierten mehrere chinesische Satellitenfirmen erstmals ihre multispektralen und SAR-Fernerkundungsprodukte, mit denen sie den europäischen Markt erschließen wollen. Die Firmen werben mit einer hohen multispektralen Auflösung von bis zu 0,3 m und einer SAR-Auflösung von 0,5 m. Ein chinesisches Unternehmen hat bereits Anfang 2023 vier inSAR-Satelliten erfolgreich in die Umlaufbahn gebracht.

Bei der Analyse von Fernerkundungsdaten zeichnet sich ein Trend zur vollständigen Automatisierung der Arbeitsabläufe ab. Obwohl KI-Methoden in großem Umfang für die automatische Extraktion von Merkmalen und die Klassifizierung eingesetzt werden, sind große Sprachmodelle (Large Language Models – LLM) derzeit noch nicht im Einsatz. Es besteht jedoch ein erhebliches Interesse an der Nutzung von LLMs für die Analyse von Fernerkundungsdaten durch interaktive Texteingaben.

Unmanned Systems

Die Neuheiten im Bereich „Unmanned Systems“ gehörten in diesem Jahr zu den zentralen Schwerpunkten. Der Begriff „Unmanned Systems“ bezieht sich vorwiegend auf Unmanned-Aerial-Vehicle-(UAV-)Technologien. Neben einer vielfältigen Auswahl an verschiedenen UAV wurden auch wasser- und landbasierte Systeme vorgestellt.

Drohnen werden für immer mehr Aufgaben eingesetzt, bei denen eine hohe Datenerfassungsgenauigkeit wichtig sind (z. B. Katastervermessung oder 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 Echtzeitkartierung, die es dem



Bilder: Runder Tisch GIS

Ein Modell des inSAR-Satelliten PIESAT 1A-01

UAV ermöglicht, seine Umgebung zu erkennen und seine Flugroute an die sich verändernde Situation anzupassen.

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 mit einer horizontalen Genauigkeit von bis zu 1 cm und einer vertikalen 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.

Drohnen sind in fast allen Gewichts- und Größenklassen erhältlich. Es wurden auch Lieferdrohnen vorgestellt, 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. Diese sind mit verschiedenen Sensoren, wie Lidar, Thermalkamera, optische 4K-Kamera und Entfernungssensoren, ausgestattet.

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 werden beispielsweise im Straßenbau eingesetzt.

Marine-Plattformen stellen eine weitere Klasse der unbemannten Systeme dar. Zumeist fanden sich kleinere Boote, sogenannte Unmanned Surface Vehicles, mit einem Gewicht von ca. 15 kg zur Vermessung flacher Gewässer oder zur Bestimmung von Umweltvariablen wie der Wasserqualität. Hier werden zumeist Echolote oder Side-Scan-Sonar-Systeme eingesetzt.

Smart Cities

Angesichts wachsender Herausforderungen werden immer mehr Smart-City-Lösungen eingesetzt. Die Kernbestandteile solcher Lösungen sind Technologien wie Building Information Modeling (BIM), 3D-Stadtmodelle oder Digital Twins. Auf die Frage, welche Komponenten für die Umsetzung von Smart Cities erforderlich sind, gab es unterschiedliche Antworten. Der Konsens ist jedoch, dass offene Datenplattformen zur Organisation von Smart Cities erforderlich sind. Die vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 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 zwei bis fünf Jahre aktualisiert wird. Diese Plattform soll bis 2027 betriebsbereit sein.

Ein regelmäßig hervorgehobenes Problem bei digitalen Zwillingen ist der Bedarf an systemübergreifenden Standards. 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.

Unter dem Begriff „prädikativer digitaler Zwilling“ wird von den Herstellern eine spezielle Art des Digital Twin verstanden, der sich auf die Prognose von Zukunftsszenarien fokussiert. Er ist besonders wichtig, da sich Städte auf den Aufbau resilienter Systeme konzentrieren, die sich an Umweltbedingungen und den Klimawandel anpassen. Ein Beispiel dafür ist das Wiener Projekt „Aspern Seestadt“, welches helfen soll, die Klimaschutzziele zu erreichen und Nachhaltigkeit sowie Energieeffizienz zu verbessern.

Da Nachhaltigkeit ein zentrales Thema für smarte Städte ist, gibt es Initiativen zur Überwachung von CO_2-Emissionen und Luftqualität sowie zur Verringerung des städtischen CO_2-Fußabdrucks. Zu den Datenerfassungsmethoden gehört die Nutzung von IoT-Sensoren, welche auf Taxis zur kontinuierlichen Luftqualitätsüberwachung angebracht sind. Luftgestützte Wärmebildaufnahmen werden auch zur Kartierung verschiedener Wärmequellen auf städtischen Oberflächen verwendet.

Kollektion verschiedener Systeme (links: Drohne zur Indoor-Kartierung, rechts oben: Drohne mit festen Flügeln, rechts unten: kleine und kompakte Drohne)

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

3D-Stadtmodelle und 3D-Visualisierung stehen nach wie vor im Fokus. 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 2023, welche den Weg für die nächste Generation von semantischen Stadt- und Landschaftsmodellen ebnet.

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.

Da das Thema „Metaversum“ aktuell stark diskutiert wird, verwenden auch einige Unternehmen das Schlagwort und verstehen darunter oftmals den Einsatz von Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) und virtuellen Welten. Derzeit schätzen viele das Metaversum als eine Technologie ein, die sich in der Zukunft etablieren wird, und diskutieren daher die Frage, welche Rolle die GIS-Branche dabei spielen sollte. Das World Geospatial Industry Council hat sich 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.

Building Information Modeling (BIM)

In diesem Jahr wurde das Thema BIM in Zusammenarbeit mit der Hybridveranstaltung für digitales Bauen „BIM-Tage Deutschland“ präsentiert. Im Mittelpunkt der Diskussion standen die Geodaten als 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. Die Zukunft von Scan2BIM beinhaltet die Entwicklung von KI, um die Filterung und Klassifizierung der Punktwolke schneller zu verwalten.

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.

Ein weiterer wichtiger BIM-Trend ist die Integration von 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 Ist-Positionen des 3D-Modells lokalisiert werden können, die dem geplanten BIM-Modell entsprechen. Dies ermöglicht eine frühzeitige Problemerkennung. Bemerkenswert ist auch der zunehmende Trend, BIM nicht nur auf Baustellen, sondern auch im Transportwesen und auf in der Wasserinfrastruktur (z. B. Staudämme) einzusetzen.

Weitere Informationen zur Schnittstelle von Geodäsie und BIM finden sich in der neuesten Version des Leitfadens „Geodäsie und BIM“, der vom DVW e. V. und Runden Tisch GIS e. V. erarbeitet und auf der Intergeo vorgestellt wurde [1].

Geodätische Messtechnik und Satellitennavigation

In den letzten Jahren wurden GNSS-Geräte auf den Markt gebracht, die nicht mehr perfekt rechtwinklig und waagerecht aufgestellt werden müssen, um hochqualitative Positionsdaten zu liefern. Außerdem hat sich die Genauigkeit der GNSS-Empfänger ständig verbessert. Auch Laserscanner haben deutliche Fortschritte bei der

Genauigkeit gemacht und können mit höherer Geschwindigkeit eine größere Anzahl von Punkten erfassen. 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 in diesem Sektor entwickelt. SSR-Korrekturen ermöglichen die Bereitstellung präziser PPP-RTK-(Precise-Point-Positioning-Real-Time-Kinematik-) Dienste auf lokaler und regionaler Ebene sowie globaler PPP-Dienste, die eine kontinuierliche und einheitliche Schätzung der Satellitenparameter gewährleisten.

Forschern des Deutschen GeoForschungsZentrums ist die Realisierung von PPP-RTK auf Zentimeterebene ohne atmosphärische Korrekturen gelungen. Sie haben dies durch die Nutzung mehrerer Konstellationen auf verfügbaren Frequenzen und Beobachtungen aus einer einzigen Epoche erreicht.

Mobile Mapping und Laserscanning

Es besteht die Herausforderung, die Geschwindigkeit des mobilen Mappings mit der Genauigkeit stationärer Methoden in Einklang zu bringen. Eine der Hybridlösungen ist die Stop-and-Go-Methode, welche die Geschwindigkeit des mobilen Laserscannings mit der Genauigkeit des terrestrischen Laserscannings kombiniert. Anwendung finden solche Methoden in der Bauüberwachung, z. B. beim Scannen mit Roboterhunden.

Eine interessante Innovation ist die Verwendung von Videos anstelle von Bildern bei mobilen Mapping-Anwendungen. Diese Videos werden mit Methoden der simultanen Lokalisierung und Kartierung sowie Photogrammetrie bearbeitet, um präzise Modelle zu erstellen. So können Informationen aus beweglichen Szenen erfasst und verarbeitet werden.

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, werden verwendet, um die Genauigkeit weiter auf 1 cm bis 3 cm zu verbessern.

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.

Geodateninfrastrukturen und offene Geodaten

Ein Aspekt von Open Data ist die Bereitstellung von Geobasisdaten durch den Staat, wobei die Open-Data-Initiativen von Bundesland zu Bundesland variieren. Insbesondere bei Airborne-Laserscanning-Befliegungen können Rohdaten mit geringerer Auflösung enthalten sein.

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.

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. Zur Förderung wird mit dem „Copernicus Netzwerkbüro Kommunal“ eine Plattform zur Beratung, Information und zum Austausch angeboten.

Mobile GIS

Mittlerweile sind mehr oder weniger alle großen GIS-Anbieter dazu übergegangen, auch mobile GIS-Anwendungen anzubieten. Zumeist für die effiziente Durchführung von GIS-Feldarbeiten konzipiert, liegt bei der Entwicklung besonderes Augenmerk auf einfacher Bedienbarkeit. Ein zentraler Bestandteil vieler mobiler GIS-

Virtuelle Realität in der Baubranche

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

Systeme (siehe dazu auch die aktuelle Fassung des Leitfadens Mobile GIS [1]) ist die Überbrückung von Unterbrechungen im Mobilfunknetz. 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 von AR erweitert. Durch die Verfügbarkeit von Lidar-Scannern in Smartphones der neuesten Generation eröffnen sich den diversen Herstellern von solchen Vermessungs-Apps neue Möglichkeiten.

Fazit

Auf der Intergeo wurde deutlich, dass Methoden der KI immer weiter in die Produkt- und Servicelandschaft integriert werden. Insbesondere bei den Themen Erdbeobachtung und Smart Cities ist die Entwicklung von Anwendungen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit zu beobachten. Darüber hinaus wird weiter an der vereinfachten Bedienbarkeit von Instrumenten und Softwaretools gearbeitet. Für den Nachwuchs ist zudem das neu über-arbeitete Internetportal „Arbeitsplatz Erde“ [2] hervorzuheben, welches eine gut strukturierte Übersicht an Studienorten im deutschsprachigen Raum bietet.

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 sich die Autorinnen und Autoren bei allen Messeausstellern bedanken, welche für Interviews zur Verfügung standen und deren Informationen zum Gelingen der Trendanalyse beigetragen haben. Ebenso gebührt dem Runden Tisch GIS e. V. und der Hinte-Messe ein besonderer Dank, da sie den Besuch der Messe in Berlin ermöglicht haben.

Quellen:

[1] www.rundertischgis.de/publikationen
[2] www.arbeitsplatz-erde.de

Autoren und Kontakt

Joseph Gitahi, Khaoula Kanna, Marija Knezevic, Benedikt Schwab
Lehrstuhl für Geoinformatik
Technische Universität München
Olaf Wysocki
Lehrstuhl für Photogrammetrie und Fernerkundung
Technische Universität München
Çeltina Balaj, Thomas Fröch, Ying Lu, Sarah Ovais, Tanja Pilz, Dawson Stout
Studierende der Technischen Universität München

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

Wichmann

gis.Radio

hier gibts Geo-IT aufs Ohr!

Jetzt reinhören:
www.gispoint.de/gisradio

Der Geo-IT-Podcast.

Immer hintergründig, immer aktuell, mit Beiträgen, Reportagen und Interviews.

www.gispoint.de/gisradio

Bild: adobestock_9dreamstudio