



RUNDER TISCH GIS e.V.

# Trendanalyse INTERGEO 2019

Lucas Angermann<sup>2</sup>, Andreas Donaubauer<sup>1</sup>, Katharina Graw<sup>2</sup>, Jonathan Holtkamp<sup>2</sup>, Tobias Huber<sup>2</sup>,  
Son H. Nguyen<sup>1</sup>, Benedikt Schwab<sup>1</sup>, Olaf Wysocki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Geoinformatik, Technische Universität München (TUM)

<sup>2</sup> Studierende der Technischen Universität München (TUM)

## Vorwort

Zu ihrem 25. Jubiläum fand die Fachmesse und Konferenz INTERGEO von 16.-19. September 2019 in Stuttgart statt. Rund 20.000 Besucher hatten sich auf den Weg in die Stuttgarter Messehallen gemacht, um dort die internationale Leitmesse für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement zu besuchen. Mehr als 700 Aussteller, zu fast gleichen Teilen national und international besetzt, präsentierten dort ihre Produkte und Dienstleistungen.



*Das Trendanalyse-Team 2019*

Bereits zum 16. Mal in Folge war ein Team aus Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Geoinformatik der Technischen Universität München (TUM) im Auftrag des Runden Tisch GIS e.V. vor Ort, um mittels Interviews mit den Ausstellern wegweisende Trends zu identifizieren. Die vorliegende Trendanalyse stellt die aktuellen Entwicklungen sowie Zukunftsszenarien der Branche in den folgenden Themenbereichen dar:

Smart Cities, mobile Mapping, Building Information Modeling, 3D-GIS, Virtuelle 3D-Stadtmodelle, 3D-Visualisierung, Geodätische Messtechnik und Satellitennavigation, Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Fernerkundung, Open Data und Open Source Software, Landmanagement, amtliche Geobasisdaten und Geodateninfrastruktur, Mobile GIS / Apps, Big Data, Cloud Computing und Künstliche Intelligenz sowie Angebote und Geschäftsmodelle von Start-ups.

## 1 Smart Cities

Es wurde prognostiziert, dass der weltweite Markt für Smart Cities und ihre intelligenten städtischen Dienstleistungen bis 2025 über 230 Milliarden US-Dollar betragen wird. In den letzten Jahren wurden immer mehr neue intelligente Entwicklungskonzepte eingeführt, was neben den vielen Vorteilen auch eine große Herausforderung darstellt. Nur ausgebildete und qualifizierte Fachkräfte sind in der Lage, solche neuen Konzepte in Städten zu verstehen und diese richtig umzusetzen. Der Trend zeigt, dass sich immer mehr Stakeholder aus verschiedensten Bereichen wie Kommunen, Unternehmen, Fachkräfte und Bürger stark an der Weiterentwicklung und Umsetzung der Smart-City-Konzepte beteiligen wollen.

In Anknüpfung an die letztjährige INTERGEO präsentierte sich die diesjährige Plattform "Smart City Solutions" durch eine Fülle von spezialisierten Software-Dienstleistern - alle mit dem Ziel einer "[kooperativen] Vernetzung von Menschen, Informationen und Prozessen", wobei eine zunehmende Angebots-Diversifizierung auffällt. Zu dem für Deutschland wichtigen Thema der Mobilität gesellten sich diverse Firmen zur Simulation der Luftqualität. Für den Datenaustausch mit entsprechenden, über ein Stadtgebiet verteilten Sensoren bietet sich neben Mobilfunk vor allem die stark in Entwicklung befindliche Long Range Wide Area Network (LoRaWAN)-Technologie an; bei einer Übertragung von Signalen mit 868 MHz sind Sendereichweiten bis zu 30 km in ländlichen Gebieten bzw. bis zu 2 - 3 km in städtischen Gebieten möglich. Schon in Anwendung sind "Smart City"-Lösungen bei der kommunalen Erhebung von Verkehrsströmen und der Parkraumüberwachung mittels Internet of Things (IoT) Sensoren.

IoT ist für viele Besucher ein sehr bekannter Begriff geworden, denn IoT wird im Alltagsleben verwendet, z.B. Staus im beruflichen Verkehr vorherzusagen. IoT ermöglicht die Vernetzung und Zusammenarbeit zwischen physischen und virtuellen Gegenständen einer Stadt, wie z.B. zwischen Sensoren und digitalen Stadtmodellen. Bei vielen Unternehmen liegt der Fokus auf der Ebene der Datenverarbeitung, -analyse und -darstellung: Sie interessieren sich weniger für die Sensoren selbst, sondern vielmehr für die von Sensoren beobachteten Daten, und wie diese Daten in eine benutzerfreundliche Web-Map bzw. Simulation sinnvoll integriert werden können. Dadurch können Kommunen ihre Einwohner leichter und stärker in die Stadtentwicklung einbinden. Neben den vielen Vorteilen vom IoT entsteht auch eine Reihe schwerwiegender Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der Sicherheit der Sensordaten.

Gegenüber anderen europäischen Staaten, wie z. B. den Niederlanden, oder China als Beispiel für einen globalen Vorreiter auf dem Gebiet der "Smart City"-Technologien herrscht bei deutschen Städten und Gemeinden noch deutliches Entwicklungspotenzial, was vor allem an fehlendem Behörden- und Bürgerwillen, fehlenden Kenntnissen und fehlenden Daten liegt. Mit der Bereitschaft der Kommunen zu Angebotsverbesserung und mehr Bürgernähe sind allerdings bereits erste Schritte hin zu mehr "Smart Cities" getan, indem z.B. der Austausch zwischen Kommunen und ihren Bürgern mithilfe von Smartphone-Applikationen ermöglicht bzw. erleichtert wurde (siehe auch Abschnitt "Mobile GIS / Apps").

## 2 Mobile Mapping

Ein breites Spektrum an mobilen Mapping-Systemen und -Lösungen wurde dieses Jahr an den Messeständen präsentiert. Die Firmen stellten unterschiedliche Mapping-Geräte vor, die einhändig bedient oder auf Rucksäcken, Handwägen, Straßen- und Schienenfahrzeugen sowie UAVs montiert werden können. Die steigende Anzahl an Konfigurationsmöglichkeiten von mobilen Mapping-Sets ermöglicht damit weitere Einsatzszenarien – ob tragbar im Innenbereich mit sofortiger Ergebnisvisualisierung auf dem Smartphone oder die hochgenaue Vermessung von Schienen, um diese vorausschauend instand zu halten.

Es wurden einige Systeme vorgestellt, die nach dem bekannten Verfahren "Simultaneous Localization And Mapping" (SLAM) arbeiten. Mapping-Geräte, die SLAM-Verfahren einsetzen, können beispielsweise mit einer Hand bedient werden oder auf einem Wagen mit einer relativen Genauigkeit von 1 - 3 cm eingesetzt werden. Darüber hinaus sind einige der Geräte für die Montage auf z.B. UAVs geeignet. Aufgrund der verwendeten SLAM-Verfahren benötigen die Mapping-Systeme keinen GNSS-Empfänger, jedoch kann dieser für die Georeferenzierung eingesetzt werden. Eine Kombination von LiDAR mit 360-Grad-Kameras ermöglicht die Lokalisierung in einer unbekanntem Umgebung; eine Kombination von Punktwolken mit Nachbearbeitung ermöglicht eine nahtlose Integration zu den BIM-Formaten. Die Position der Scans kann automatisch mit Hilfe von Passpunkten (GCPs) oder in der Nachbearbeitung projiziert werden. Die Visualisierung der Scans ist mit Hilfe des SLAM-Algorithmus und des montierten Displays in Echtzeit möglich.

SLAM-basierte Geräte eignen sich am besten für die Innenkartierung, da sie keine GNSS-Position benötigen. Natürlich können damit auch Außenobjekte vermessen werden. Der große Vorteil von SLAM-Geräten ist hier die Erfassungszeit – beispielsweise ist es möglich, eine 3-Zimmer-Wohnung (85 qm) in 5 Minuten zu scannen. Davon profitiert unter anderem der Immobilienmarkt mit Anwendungen, bei denen keine Genauigkeit im Millimeterbereich benötigt wird und vor allem Geschwindigkeit von Relevanz ist. Zum Beispiel war es nach Angaben eines Ausstellers einer Immobilienfirma möglich, in 5 Monaten insgesamt 5000 Häuser zu scannen und den Grundriss eines 200 qm großen Hauses in 15 Minuten zu erzeugen.

Ein neues Kapitel im Bereich des mobilen Mappings wird von der Automobilbranche vorangetrieben. Insbesondere das hohe Interesse an automatisierten Fahrtechnologien zieht viele Unternehmen und Großkunden an. Hierzu stellten mehrere Unternehmen ihre Ansätze zur Unterstützung der Erstellung von HD-Karten (High Definition Maps) für das automatisierte Fahren vor. Wie von einem Forschungsaussteller und auf Konferenzbeiträgen berichtet, werden die HD-Maps unter anderem für das Testen der automatisierten Systeme benötigt. Beispielsweise kann mithilfe der Karteninformationen überprüft werden, ob alle relevanten Objekte mit der Fahrzeug-Sensorik korrekt erkannt wurden. Zusätzlich können Fahr simulatoren die HD-Maps einlesen und damit das Testen von automatisierten Systemen in einem virtuellen Umfeld ermöglichen. Die Kartierung und Eintragung von semantischen Objekten in die HD-Karte kann mit einer relativen Genauigkeit von ca. 2 cm und einer Reichweite von ca. 120 m erfolgen. Die automatisierte Erkennung von Straßenraumobjekten wie Verkehrszeichen oder Fahrspuren liegt bei ungefähr 95%. Meist wird dies durch eine Kombination von Kameras, LiDAR und GNSS-Empfänger ermöglicht, allerdings gibt es auch Ansätze, die ohne LiDAR-Sensorik auskommen. Üblicherweise werden die Mapping-Systeme auf einem Fahrzeug montiert, jedoch gibt es auch Lösungen bei denen UAVs eingesetzt werden. Die automatisierte Ableitung von Vektorobjekten aus mobilen Scans und Bildern wird durch KI-Algorithmen unterstützt und die HD-Karten können dann halbautomatisch mit Hilfe von Nachbearbeitungssoftware erzeugt werden. Einer der gezeigten Anwendungsfälle ist die Stadt Singapur, wo ein maßgeschneidertes Testfeld erstellt wurde - dieses verfügt über 55 km an Strecken mit verschiedenen Verkehrsszenarien. Das gesamte Projekt dauerte rund 4 Monate von der Planung bis zur endgültigen Extraktion semantischer Objekte. Die Objektextraktion wurde hier halbautomatisch unter Einbezug von menschlicher Arbeitskraft durchgeführt.

Weitere Anwendung der Straßenraumerfassungen beinhalten das Asset Management von Objekten, die in der Nähe der Straße positioniert sind oder auch die Überwachung des Straßenzustandes selbst. Vor allem öffentliche Institutionen, die Straßen verwalten, sind an solchen Lösungen interessiert. Die Straßenzustandsüberwachung kann mit Hilfe von zwei LiDAR-Sensoren mit Nadirsicht erfolgen, die auf einem Fahrzeug montiert sind. Dies ermöglicht Genauigkeiten von bis zu einem Millimeter und Fahrzeuggeschwindigkeiten von bis zu 100 km/h. Der Fokus liegt hauptsächlich auf Rissen und Schlaglöchern in der Fahrbahnoberfläche, jedoch können auch Straßenprofile, Neigung und Querneigung gemessen werden. Der Erkennungsprozess wird mit Hilfe der KI vollständig automatisiert und zusätzliche Analysen können im Postprocessing durchgeführt werden. Auch Lösungen basierend auf dem Einsatz von UAVs sind in der Lage Straßenschäden zu erkennen. Inzwischen existieren erste KI-Algorithmen, die die Fahrzeuge aus den UAV-Bildern entfernen, und somit eine Erkennung von Straßenschäden ohne Verkehrsbehinderung ermöglichen sollen.



*Auf einem Fahrzeug montierte Mobile Mapping-Einheit*

Zu beobachten war außerdem ein hohes Interesse an Mapping-Lösungen speziell für Tunnel, Minen und große Baugebiete, in denen die Nutzung von GNSS eingeschränkt oder gar nicht möglich ist. Eine der größten Herausforderungen bei der Tunnelkartierung stellte das mangelnde Licht dar. Dieses Problem wird inzwischen durch ein zylindrisch geformtes Gerät mit LED-Lampen gelöst, die während der Foto-Aufnahme ständig blinken und die Messungen mit dem LiDAR-Sensor unterstützen. Die Leistungsfähigkeit ist bis zu 80 km/h gewährleistet und die absolute Genauigkeit liegt bei ca. 10 cm.



*Zylindrisches Gerät mit LED-Lampen, welche während der Fotoaufnahme ständig aufblitzen*

Touristen und somit auch öffentliche Behörden interessieren sich meist für den Visualisierungsteil von mobilen Mapping. Die perfekte Lösung für diesen Zweck wäre also ein Gerät, welches in nicht befahrbaren Bereichen mit relativ großer Reichweite und unkomplizierter Visualisierung funktioniert. Eine Möglichkeit für diese Anwendungsbereiche ist also ein Rucksack mit 360-Grad-Kameras, LiDARs und GNSS. Die absolute Genauigkeit liegt hierbei je nach Umgebung im Zentimeter oder Dezimeterbereich. Abschließend können die Ergebnisse den Touristen als virtueller Rundgang zugänglich gemacht werden oder als Dokumentation von Sehenswürdigkeiten in einer Stadt visualisiert werden.

Auch das einhändige Mapping mit herkömmlichen Kameras besitzt eine Zukunftsperspektive. Beispielsweise wurde ein neu entwickeltes Gerät vorgestellt, das an jeder Kamera mit ISO-Blitzschuh montiert werden kann. Dieses dient der Aufnahme von 3D-Photogrammetriemodellen ohne Verwendung von GCPs. IMU- und GNSS-Empfänger bieten Zentimetergenauigkeit für geo-getaggte Bilder und ergänzen diese auch um eine Orientierung, die dann in der photogrammetrischen Software verwendet werden kann.

### **3 Building Information Modeling**

Building Information Modeling (BIM) war auch in diesem Jahr eines der großen Themen auf der Messe. Auffallend war, dass große Hersteller von BIM-Software und Messtechnik vor allem Cloud-Lösungen in den Vordergrund stellten, um die Beteiligten am Bauprozess besser zu vernetzen. In einem Cloud-basierten Projektinformationsmodell sollen alle relevanten Informationen aus BIM-Autorenwerkzeugen, GIS, IoT etc. zusammengeführt werden, so dass Analysen auf der Grundlage der integrierten Information gefahren werden können. Die Plattform sollte offen sein. Offene Standards seien wichtig. Dies gelte vor allem für Anwendungen im Infrastrukturbau, da dort der Austausch zwischen Stakeholdern mit unterschiedlichen Softwareplattformen (und plattformabhängigen Algorithmen / Know-How) essentiell sei. Befragt nach der Bedeutung von offenen Standards bei der BIM-GIS-Integration wiesen mehrere Aussteller auf eine steigende Nachfrage nach dem Standard XPlanung hin. Ein Hersteller von Software zur Datenintegration und Formatkonvertierung beobachtet, dass im europäischen Raum Nachfrage nach Datentransformationen von IFC nach CityGML besteht, während in den USA hauptsächlich Daten in Formaten proprietärer BIM-Autorenwerkzeuge nach einfachen 3D-Stadtmodellen transformiert werden.

Effizienz- und Qualitätssteigerungen im Vergleich zu traditionellen Planungsmethoden wurden anhand von Beispielprojekten aufgezeigt. So werden in Großprojekten täglich aktualisierte as-built-Modelle erstellt und in einem BIM-gestützten Projekt der norwegischen Bahn wurden 90% weniger manuelle Zeichnungen angefertigt als in vergleichbaren konventionell durchgeführten Projekten. Das Einsparungspotential durch Aufdecken von Planungsfehlern, die dank Kollisionsprüfungen in einer frühen Planungsphase aufgedeckt werden, sei enorm. So sei laut dem Vertreter eines großen Software-Herstellers bei einer Studie in den USA für einen einzigen Autobahnknoten ein Einsparungspotenzial von 10 Mio. Dollar prognostiziert worden. Der Einsatz von GIS zur Unterstützung der BIM-Methode wurde anhand mehrerer Großprojekte in Europa demonstriert. Die Anwendungsbeispiele reichten dabei von einer Gesamtplanungsintegration, Variantenstudien im Straßenbau über Kollisionsprüfungen mit bestehender Infrastruktur bis zur Integration mit IoT bei der Raum- und Arbeitsplatzbelegung in der Betriebsphase eines Gebäudes.

Während die BIM-Methode bei Großprojekten erfolgreich eingesetzt wird, kann von einer breiten Nutzung bei kleineren Projekten in Deutschland noch keine Rede sein. So ist nach Auskunft eines deutschen Vermessungsbüros, das auf der Messe ausstellte, die Nachfrage nach BIM für kleinere Projekte verhalten. Kleinere BIM-Pilotprojekte seien erforderlich, um den vielen kleinen Ingenieurbüros die Möglichkeit zu eröffnen, Erfahrungen zu sammeln und Know-how aufzubauen. Der Vermittlung von Know-how dient auch der Leitfaden Geodäsie und BIM, der vom DVW und Runden Tisch GIS auf der INTERGEO in der Version 2.0 vorgestellt wurde und kostenlos heruntergeladen werden kann.

### **4 3D-GIS, Virtuelle 3D-Stadtmodelle, 3D-Visualisierung**

3D-GIS werden heutzutage meistens im städtischen Raum und hier in zahlreichen Anwendungsbereichen eingesetzt. Dieser Trend wird sich zukünftig noch verstärken, da laut den neuesten Prognosen bis 2050 ca. zwei Drittel der gesamten Weltbevölkerung in städtischen Gebieten leben wird, ein Anstieg um ca. 15% im Vergleich zum Jahr 2019.

Der Hauptfokus von 3D-GIS liegt nach wie vor in semantischen und 3D-Mesh-Stadtmodellen. Immer mehr Unternehmen bieten jedoch eine Kombination von 3D-Mesh-Daten mit semantischen 3D-Stadtmodellen an, die eine "umfassende Lösung für eine Stadt" ermöglicht. Die semantischen Informationen werden dabei aus 2D-GIS übernommen. Bei den gezeigten Kombinationen aus Mesh-Modell und semantischem Modell liegen diese Informationen meist gebäudescharf, nicht jedoch auf die einzelnen Komponenten eines Gebäudes, wie Wand-

und Dachflächen bezogen vor. 3D-Mesh-Darstellungen in Städten dienen hauptsächlich touristischen Zwecken sowie der Visualisierung der Architektur und der Bewahrung des Kulturerbes, während semantische 3D-Stadtmodelle der Planung von Telekommunikationsnetzen, der Berechnung des Solarpotentials sowie Sichtfeld-, Hochwasser- und Windanalysen dienen. Am häufigsten sind nach wie vor semantische Stadtmodelle in Levels of Detail (LOD) 1 und 2 (siehe auch Abschnitt "Landmanagement, amtliche Geobasisdaten und Geodateninfrastrukturen"). Die LOD3-Modelle werden jedoch dank ihrer visuell attraktiveren Darstellungen und der Anreicherung der räumlichen Informationen immer beliebter. Sowohl große Metropolen wie Berlin, Wien als auch kleinere Städte wie Luzern, Kassel usw. zeigen Interesse an der Einführung von LOD3-Modellen.

Dank der Leistungssteigerung von Software und Hardware ist es nun möglich, Daten mit einer Rate von bis zu 100 TB pro Sekunde zu bearbeiten. Dies ermöglicht die Integration einer Vielzahl unterschiedlicher Datensätze. Beispielsweise können 3D-Mesh-Modelle, die aus Luftbildern von Stadtgebieten zusammen mit detaillierteren 3D-Mesh-Orientierungspunkten gewonnen wurden, mit Innenraum und eingebetteten Echtzeitdaten wie z.B. Status, Temperaturwerte, usw. mithilfe von Internet Of Things (IoT) Geräten erkundet werden.

Zur Erstellung sowie Erforschung von 3D-Stadtmodellen wird Virtual Reality vor allem unter den Spezialisten sehr häufig verwendet. Nun besteht die Möglichkeit, die vierte Dimension hinzuzufügen und eine Stadt mit einer Ganzkörper-Virtual-Reality-Plattform zu "besuchen". Mithilfe von einem Virtual-Reality-Headset und einer sensomotorischen Kopplung kann ein Benutzer wie ein Vogel durch ein virtuelles Modell fliegen. Dazu wird noch die Simulation des Windes hinzugefügt, der von einem auf der Vorderseite des Virtual-Reality-Geräts montierten Ventilator erzeugt wird.



*Ganzkörper-Virtual-Reality-Plattform im Einsatz*

Neben diesen Anwendungen aus der virtuellen Realität, wurden auch einige Augmented-Reality-Anwendungen gezeigt. Augmented Reality kann heutzutage als ein hilfreiches Werkzeug auf Baustellen, auf dem Immobilienmarkt oder in der Planung eingesetzt werden. Beispielsweise wird Augmented Reality in Skandinavien verwendet, um Immobilienkäufern ihre zukünftigen Häuser vor Ort zu zeigen und um den aktuellen Stand des Bauprojekts der 24-km langen Strecke E6 Arnkvern - Moelv zu verfolgen. Mit nur einem

Smartphone und einem GNSS-Empfänger, welcher nur 560g wiegt und einfach zu bedienen ist, können Spezialisten ihre Projekte vor Ort im cm-Genauigkeitsbereich visualisieren lassen. Georeferenzierte Modelle werden hierfür automatisch platziert, es besteht jedoch die Möglichkeit, Objekte manuell auf einem Bildschirm ohne Geokoordinaten (wie Innenobjekte) zu platzieren.

Zunehmendes Interesse ist beim Crowdsourcing zu beobachten, das es den Bürgern ermöglicht, sich aktiv am digitalen Stadtleben zu beteiligen. Benutzer können Informationen über eine Webbrowser-Karte abrufen oder mithilfe von holographischer Augmented Reality interaktiv ihre Umgebung erkunden.

Auch wenn viele Städte in Europa trotz neu aufkommender Technologien und verfügbarer 3D-Daten ausschließlich mit Karten arbeiten, ist 3D weltweit auf dem Vormarsch. Der größte Verkaufsmarkt für 3D-GIS sind nach wie vor private Unternehmen, welche über die Hälfte des Gesamtumsatzes ausmachen. Die fortschrittlichsten Stadtmodelle liegen mittlerweile innerhalb der Europäischen Union mit Städten wie Rotterdam, Helsinki, Wien, Luzern und Nordamerika mit Städten wie New York City. Der aufstrebende riesige Markt ist jedoch in Asien, insbesondere China. Städte wie Hongkong und Pingshan-Bezirk in Shenzhen zeigen großes Interesse an CityGML-Modellen sowie "Immobilienvideos, Bodenpanoramabildern, Satellitenbildern, realistischen 3D-Szenenbildern, digitalen Oberflächenmodellen und unterirdischen Rohrnetzen".

## 5 Geodätische Messtechnik und Satellitennavigation

Im Bereich der geodätischen Messtechnik fällt dieses Jahr auf der INTERGEO vor allem die gesteigerte Benutzerfreundlichkeit auf. Die Genauigkeit und Leistungsfähigkeit der Geräte selbst bleiben auf einem konstanten Level. Das Angebot von immer intuitiveren Bedienkonzepten in den Vermessungsgeräten erleichtert den Anwendern den Zugang zu den Geräten. So müssen GNSS-Antennen nicht mehr ständig durch Kontrolle einer Dosenlibelle horizontiert werden. Auch High-End GNSS Empfänger zeichnen sich durch eine gesteigerte Benutzerfreundlichkeit aus. Zusätzlich werden Geräte angeboten, die bis zu 864 Kanäle unterstützen und empfangene Signale als Interferenz-Spektrum anzeigen können. Dadurch wird zwar die absolute Positionierungsgenauigkeit nicht gesteigert, aber die Signale werden deutlich robuster und können noch während der Messung detailliert analysiert werden. Die aktuellen Totalstationen passen sich weiter der gewohnten Bedienoberfläche von Smartphone und Tablet an. Funktionen können als App beliebig auf dem Touch-Screen angeordnet, hinzugefügt und entfernt werden. Eine weitere Entwicklung ist die zunehmende Unterstützung von Augmented Reality (AR) bei Begehungen auf Baustellen oder bei kleineren Massenberechnungen (siehe hierzu auch Abschnitt "3D-GIS, virtuelle 3D-Stadtmodelle, 3D-Visualisierung"). Durch AR können vor Ort z.B. Flurstücksgrenzen oder Leitungspläne in Gebäudewänden dargestellt werden. Beim Bauen im Bestand kann beispielsweise ein bereits käuflich erhältliches Gerät Leitungen und Bewehrungen mit einem mobilen Radarsystem scannen und ebenfalls mit AR visualisieren.

Bei den Globalen Satellitennavigationssystemen (GNSS) konnten folgende Entwicklungen beobachtet werden: Im September dieses Jahres verzeichnete Galileo den Einbau von einer Milliarde Empfänger-Chips in Smartphones. Dieser Meilenstein des europäischen GNSS verdeutlicht die hohe Verbreitung der Galileo-Technologie in Endgeräten, wobei die gesamte Nutzeranzahl noch höher ist, da beispielsweise das Autonotruf-System eCall auch diesen Dienst verwendet. Die Nutzung von Galileo als zusätzlichem GNSS und die Verwendung von zwei-Phasen Empfängerchips in Smartphones erlauben eine Positionierungsgenauigkeit im dm-Bereich. Diese Entwicklung bestätigt, dass sich Galileo inzwischen auch in mobilen Anwendungen als Standard unter den GNSS-Diensten etabliert hat. Allerdings ereignete sich im Juli dieses Jahres ein sechstägiger Galileo-Totalausfall. Ein zeitgleiches Update an beiden Kontrollstationen hatte eine Kettenreaktion von schwerwiegenden Fehlern hervorgerufen. Um Vergleichbares in Zukunft zu vermeiden und langfristig die Stabilität zu erhöhen, wurden zusätzliche Kontrollmechanismen eingeführt und eine Kontrollkommission eingerichtet. Die volle Einsatzbereitschaft von Galileo soll Ende 2020 erreicht werden, wobei sich aktuell 26 Satelliten im Orbit befinden und 22 davon im Betrieb sind. Darüber hinaus soll in den kommenden Jahren ein High-Accuracy-Service angeboten werden, welcher frei und weltweit verfügbar sowie eine Genauigkeit von 20 cm umfassen werde.

Der SAPOS-Korrekturdatendienst entwickelt sich Richtung PPP (Precise Point Positioning), da nur durch diesen Dienst die hohe zu erwartende Nutzerzahl in der Landwirtschaft und im autonomen Fahren abgedeckt werden kann. Einige Dienste werden bereits kostenfrei angeboten, wobei eine gebührenfreie Freigabe des gesamten Anwendungsportfolios für die fernere Zukunft vorgesehen ist. Die Genauigkeit der Standarddienste EPS und HEPS wird sich voraussichtlich in Zukunft nicht mehr verbessern lassen.

## 6 UAV

Auch 2019 waren Drohnen wieder ein großes Thema auf der INTERGEO, wenn auch nicht so dominant wie im Vorjahr. Mit eigenem Gelände für Flugshows und der "Interareal Solutions - part of INTERGEO" wurden dem Besucher eine Vielzahl von Unmanned Aerial Vehicles (UAV) für verschiedenste Anwendungen präsentiert. Angefangen bei kleinen Amateur-Drohnen über Drohnen zum Laserscanning, zur Bathymetriemessung oder zur Unterstützung bei Rettungseinsätzen bis hin zu großen UAVs mit Verbrennungsmotor, die so lange Flugzeiten mit hohen Nutzlasten erreichen können. Auch VTOLs, also Drohnen, die vertikal starten und landen, aber horizontal fliegen, waren dieses Jahr wieder zu sehen. Ein zusätzlicher Trend in autonomen Messgeräten dieses Jahr sind kleine und schwimmende Messboote, die zur Erfassung der Bathymetrie von flachen Gewässern wie Seen und Flüssen verwendet werden. Im Rahmen der Hochwasservorsorge steigt das Interesse zunehmend auch an diesen Gewässern, die nicht mit herkömmlichen Messbooten befahren werden können.



*INTERGEO-Geburtstagstorte*

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass es für jede Anwendung mittlerweile spezialisierte Drohnen auf dem Markt gibt. Die Drohnentechnologie bewegt sich im bekannten "Gartner Hype Cycle" auf das "Plateau of Productivity" zu. Bis dahin sind allerdings noch einige Herausforderungen zu meistern. Während die Technologie weitestgehend ausgereift ist, sind Regularien und bürokratische Hürden nach wie vor ein großes Problem. Es fehlen noch einheitliche, EU-weite Regelungen, die den professionellen Einsatz von Drohnen, z.B. in der Vermessung vereinfachen würden. So ist die Kooperation mit der bemannten Luftfahrt noch schwierig. Ein Ansatz ist hier ein Transponder an der Drohne, der sie für bemannte Luftfahrzeuge und die Flugsicherung sichtbar macht. Die Ausstattung mit einem solchen Gerät ist schon heute hilfreich bei der Genehmigung von kommerziellen Drohnenflügen und könnte unter Umständen auch verpflichtend für alle Drohnen werden.

## 7 Fernerkundung

Das EU-Fernerkundungsprogramm Copernicus kann inzwischen über 200.000 Nutzer vorweisen und hat über 100 Petabyte an Daten gesammelt. Im kommenden Jahr wird voraussichtlich der Satellit Sentinel 6 zur Meereshöhenbestimmung, sowie mit EnMAP eine deutsche Erdbeobachtungsmission in den Orbit starten.

EnMAP wird hyperspektrale Bilddaten mit einer räumlichen Auflösung von 30 m und einer zeitlichen Auflösung von 4 Tagen liefern. Der Fokus bei Copernicus liegt auf der kontinuierlichen Aufnahme und Datenbereitstellung, während man das Angebot von noch hochauflösenderen Bildern eher bei kommerziellen Anbietern sieht. Die Finanzierung des Copernicus-Programms ist dabei bis mindestens 2024 gesichert. Außerdem wird die Nutzung der offenen Copernicus-Daten immer verbreiteter, zum Beispiel bei der Erfassung und Fortführung amtlicher Geobasisdaten (siehe Ausführungen zum Projekt Cop4ALL im Abschnitt "Landmanagement, amtliche Geobasisdaten und Geodateninfrastruktur").

Generell stellt die Verarbeitung der riesigen Datenmengen aus Fernerkundungsmissionen nach wie vor die größte Herausforderung dar. Für den Nutzer ist es vor allem wichtig, Daten möglichst unkompliziert und mit hoher Aktualität nutzen zu können. Eine Lösung hierfür stellen beispielsweise Plattformen dar, die gebündelt Daten und Prozessierungsalgorithmen anbieten, die der Nutzer nach Verwendung bezahlt. Auf der INTERGEO wurden derartige Plattformen vorgestellt, ob sich diese tatsächlich etablieren können, wird sich auf den zukünftigen Messen zeigen. Aber auch unabhängig von allumfassenden Plattformen geht der Trend dahin, Daten in der Cloud statt auf den eigenen Rechnern zu prozessieren. Außerdem ist eine Vorprozessierung bereits auf dem Satelliten denkbar, um die zu übertragenden Rohdatenmengen zu reduzieren. Auch neue Auswertemethoden wie künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen spielen eine zunehmend große Rolle in der Datenverarbeitung.

## 8 Open Data und Open Source Software

Kurz vor der INTERGEO kündigte das Bundesland Sachsen an, Geobasisdaten mit Ausnahme von Druckerzeugnissen und personenbezogenen Daten als Open Data zu veröffentlichen. Diese Nachricht zeigt einen Trend innerhalb der amtlichen Vermessung in Deutschland auf, denn ein ähnlich breites Open Data Angebot gibt es bereits in Berlin, Brandenburg, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen. Mit dem bereits auf der INTERGEO 2018 vorgestellten Datenprodukt TopoPlusOpen zeigte das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) auf der INTERGEO, was bundesweit mit Open Data möglich ist. Das Produkt fasst Open Data der Länder, des Bundes, der Deutschen Bahn etc. zusammen und erfreut sich stark steigender Zugriffszahlen. Als Nutzenaspekte der offenen Geodaten werden aus Sicht der interviewten Vertreter der öffentlichen Verwaltung vor allem Vereinfachungen von Geschäftsprozessen genannt. Beispielsweise bei der Zusammenarbeit von Kommunen und Planungsbüros oder bei der Zusammenarbeit von Landes- und Bundespolizei, die dank offener Geodaten dieselben Kartengrundlagen nutzen können.

Darüber hinaus bieten offene Geodaten und Open Source Software neue Möglichkeiten, Geoinformatikkenntnisse zu erwerben. So wurde auf dem INTERGEO-Kongress beispielsweise das Web-Lernportal OpenGeoEdu vorgestellt, das die kostenlose Durchführung von Geodatenkursen auf Basis von Open-Source-Software und -Daten ermöglicht. In das Lernportal integriert ist ein Datenportal, das Informationen zu offenen Geodatenangeboten verfügbar macht. Aktuell sind 338 Einträge zu Open Data-, Geo-, Statistik-, Umwelt- und Forschungsdatenportalen sowie Citizen Science Projekten in Deutschland, Österreich und der Schweiz sowie weiteren angrenzenden Staaten dort recherchierbar.

Beim Thema Open Source Software fiel auf, dass es keinen speziellen Open Source Park gab. Laut Veranstalter hatte dies jedoch nicht mit mangelndem Interesse an diesem Thema zu tun. Open Source Software wurde jedoch verteilt auf der Messe auf einigen Ständen gezeigt. Es blieb dabei nicht bei den bekannten Desktop- und Web-GIS- sowie Datenbanksystemen. Open Source Software steckt auch in UAV; so wurden beispielsweise hochgradig anpassbare Trainingsdrohnen gezeigt, die durch frei Software gesteuert werden und laut Hersteller bereits für den Unterricht von 3000 Schülern eingesetzt wurden.

## 9 Landmanagement, amtliche Geobasisdaten und Geodateninfrastrukturen

Die Themen Landmanagement und Landentwicklung spielten auf der Messe eine eher untergeordnete Rolle. Die große gesellschaftspolitische Bedeutung dieser Themen wurde dagegen auf dem INTERGEO-Kongress deutlich. So wurden in einigen Vorträgen aktuelle Herausforderungen wie Urbanisierung, Wohnungsnot, Baulandknappheit sowie die Auswirkungen der Digitalen Transformation auf ländliche Regionen thematisiert. Auch die technische Unterstützung der Instrumente der Bodenordnung und Landentwicklung, beispielsweise durch das auf das ALKIS-Modell aufsetzende und in mehreren Bundesländern eingeführte Fachinformation Landentwicklung (LEFIS) oder der Einsatz von Augmented Reality (AR) zur Visualisierung von Planungen wurde in Vorträgen thematisiert. Das Thema Plattformen, auf denen alle Daten und Werkzeuge für die Verfahren vereint sind wurde als Trend für die Zukunft genannt — Plattformen aber auch im physischen Sinn, denn direkte Gespräche mit allen Beteiligten seien in der Landentwicklung weiterhin durch nichts zu ersetzen.

Verbesserte Zusammenarbeit ist auch ein Ziel der neuen ALKIS-Version 7.1, die bis 2023 in allen Bundesländern eingeführt sein soll. Datenmodell und Schnittstellen werden überarbeitet, so dass die intensiven Kommunikationsbeziehungen zwischen Liegenschaftskataster auf der einen und Flurneuordnung, Grundbuch, Finanzverwaltung und Statistik auf der anderen Seite digital und medienbruchfrei gepflegt werden können. Eine Weiterentwicklung wird es auch im Bereich des Datensatzes "Tatsächliche Nutzung" geben. Während bislang die Themen Landbedeckung und Landnutzung in diesem Datensatz vermengt wurden, wird es in Zukunft eine Zerlegung in die Komponenten Landbedeckung, also der physischen und biologischen Bedeckung der Erdoberfläche und Landnutzung, also der Funktion und des sozioökonomischen Zwecks, geben. Fortschritte gibt es auch beim Thema 3D-Gebäudemodelle; so sind LOD2-Daten mittlerweile für dreizehn Bundesländer verfügbar und Mitte 2020 soll die Flächendeckung für Deutschland erreicht werden.

Wie amtliche Geobasisdaten in Zukunft unter Zuhilfenahme von künstlicher Intelligenz erfasst und fortgeführt werden können wurde anhand des Projekts Cop4ALL gezeigt. Mit dem im Projekt konzipierten Verfahren sollen Landbedeckungsdaten sowie Fortführungshinweise für die Tatsächliche Nutzung in ALKIS und ATKIS generiert werden. Das automatisierte Verfahren kombiniert hierfür Copernikus-Daten Sentinel-1 (Radar) und Sentinel-2 (optisch, multispektral) mit Geobasisdaten wie digitalen Orthophotos (DOP), digitalen Gelände- und Oberflächenmodellen (DGM bzw. DOM). Das Verfahren nutzt die hohe zeitliche Auflösung der Copernikus-Daten und kompensiert deren relativ geringe räumliche Auflösung durch Einsatz der hochauflösten DOP-, DGM- und DOM-Daten. Letztere kommen bei der automatisierten Generierung von Trainingsdaten für die pixelweise Klassifikation der Copernikus-Daten zum Einsatz. Mit dem Verfahren sollen Fortführungshinweise für Flächen ab 100 Quadratmeter (entspricht einem Sentinel-2-Pixel) automatisch erstellt werden können.

Ein Trend für die Zukunft des Katasterbereichs gleichermaßen in Deutschland, Österreich und der Schweiz (wo man sich schon seit einigen Jahren in der Umsetzungsphase befindet) ist die Einführung von Katastern öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB-Kataster). Als weitere Zukunftsthemen wurden 3D/4D-Kataster, 3D-Eigentumsnachweis, 3D-Tatsächliche Nutzung, BIM, AR/VR, KI und die Rolle der amtlichen Geobasisdaten beim Autonomen Fahren genannt.

Im Bereich Geodateninfrastrukturen (GDI) wurde auf der INTERGEO durch Unterzeichnung eines Letters of Intent ein neuer Anlauf für die Zusammenarbeit zwischen GDI-DE und Wirtschaft besiegelt. Die gegenseitige Beratung der im "Wirtschaftsrat GDI-DE" organisierten Privatwirtschaft und des Lenkungsgremiums GDI-DE hat zum Ziel die GDI-DE markt- und nutzerorientiert weiterzuentwickeln.

In welche Richtung eine Weiterentwicklung aus Sicht des Branchenverbands bitkom gehen sollte zeigt das neue Positionspapier "Geoinformation - Nutzung optimieren durch vernetzte Geodatenplattformen" des Verbands, der das Thema Plattformen auch auf dem INTERGEO -Kongress platzierte. Im Vergleich mit den heutigen auf

verteilten Ressourcen beruhenden GDI, wurden einige Vorteile von Cloud-Plattformen herausgestellt, zum Beispiel die Förderung der Kreativität der Nutzer, weil auf ein und derselben Cloud-Plattform Algorithmen und Applikationen unterschiedlicher Nutzer zur Weiterverwendung verfügbar sind. Andererseits konnte man sich des Eindrucks nicht erwehren, dass die Anbieter damit Kunden an ihre Plattform binden wollen und dass weniger auf offene Standards geachtet wird als das aktuell bei GDI der Fall ist.

Als wichtige technische Neuerung für die GDI-DE wurde eine neues benutzerfreundlicheres Geoportal vorgestellt, das ab 2020 zur Verfügung stehen soll und auf dem Hamburger Masterportal aufsetzt.

## **10 Mobile GIS / Apps**

Auch dieses Jahr wurden viele mobile GIS-Applikationen angeboten. Besonders im kommunalen Bereich gibt es nach Auskunft der Aussteller eine hohe Nachfrage an Anwendungen, durch die In-Situ-Daten erfasst werden können. Verwendet werden unter anderem Systeme wie in der Grünflächenkontrolle, Bestandsaufnahme und Schadensaufnahme. Die Softwarelösungen werden teilweise durch Smartphone-gerechte Hardware ergänzt, um zusätzliche Messungen aufzunehmen. So wird beispielsweise ein kompakter Bluetooth-fähiger Laser-Scanner angeboten, mit dem man kleinere Messungen durchführen kann. Es ist außerdem wichtig, mobile Anwendungen in die existierenden Geoinformationsdienste zu integrieren. Beispielsweise arbeiten Unternehmen mit den Kommunen und der Deutschen Bahn eng zusammen, um den Bürgern zu ermöglichen, einen Parkplatz an einem Bahnhof mithilfe einer Smartphone-Applikation schnell zu finden.

Neben internen Anwendungen in der Verwaltung werden zunehmend Applikationen angefragt, die den Austausch zwischen Verwaltung und Bürgern erleichtern und deren Schwerpunkt dabei auf Bürger legen. Zum Beispiel wurde eine Applikation für Pendler entwickelt, welche umweltfreundliche Verkehrsmittel wie ÖPNV und Fahrrad für kürzere Strecken fördert. Außerdem steht bereits eine mobile Anwendung zu Bürgerbefragungen zur Verfügung, mit der Bürger einer Stadt über ihr Smartphone eine Stimme zu Planungsprozessen abgeben können.

Mobile Applikationen werden in den letzten Jahren sehr oft eingesetzt, 3D-Modelle eines Gebäudes oder sogar einer Stadt im AR-Modus zu visualisieren (siehe auch Abschnitt "3D-GIS, Virtuelle 3D-Stadtmodelle und 3D-Visualisierung"). Als Hauptanwendungsbereich von mobilen GIS-Apps dominiert in Deutschland die kommunale Verwaltung. In erster Linie trägt diese Entwicklung der Möglichkeiten des Anregungs- und Ereignismanagements im Austausch zwischen öffentlicher Verwaltung und Bürgern Rechnung, nicht zuletzt unter dem Aspekt einer stärkeren Kundenorientierung deutscher Behörden. Bisher wurde dies vor allem in mittelgroßen und Großstädten umgesetzt. In engem Zusammenhang zum Thema Smart Cities steht ebenso, dass die über den Austausch mit Bürgern erhobenen Daten zum Zustand der städtischen Infrastruktur zunehmend von kommunalen Dienstleistern zur Angebotsverbesserung nachgefragt werden, z. B. im Bereich Strom-/Wasser-/Gasversorgung. Aufgrund der unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten greifen Kommunen zunehmend auf modulare Produkte zurück, bei denen sich – basierend auf einer Standardsoftware – nachfragespezifische Zusatzapplikationen hinzufügen lassen. Die jüngst in einigen Bundesländern umgesetzte flächendeckende Versorgung mit kostenfreien, amtlichen Geobasisdaten (siehe hierzu Abschnitt "Open Data und Open Source Software") beschert für kommunale GIS-Applikationen eine bisher nicht erreichte Aktualität und Genauigkeit. Die so geschaffenen Möglichkeiten werden zukünftig auch kleineren Kommunen den Aufbau leistungsfähiger GIS-Infrastrukturen ermöglichen.

## **11 Big Data, Cloud und Künstliche Intelligenz**

Der Trend, immer größere Datenmengen nicht mehr lokal, sondern in einer Cloud zu speichern und dort bearbeiten zu lassen, ist ungebrochen. Viele Cloud-Anbieter bieten mittlerweile nicht nur einen Ort zum Speichern der Daten an, sondern auch ein "Gesamtpaket", das ihren Kunden den Aufwand von Bearbeitung, Analyse bis hin zur Visualisierung und Freigabe der Daten abnimmt. Ein Anwendungsfall ist z.B. die Speicherung großer Punktwolken auf einer Cloud mit benutzerfreundlicher Anwendungsoberfläche. Es können große Datenmengen hochgeladen und anschließend angesehen oder bearbeitet werden. Große Vorteile dieses Systems sind nach Auskunft der Aussteller, dass keine separate Software und sogar Hardware installiert werden

müssen und die Daten jederzeit in einem aktuellen Format heruntergeladen werden können. Außerdem sei es leichter als fachfremder Nutzer die Daten abzurufen und zu visualisieren. Das Angebot solcher "Gesamtpakete" seitens der Cloud-Anbieter ist einerseits sehr praktisch, verursacht andererseits wie bei IoT-Daten schwerwiegende Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der Sicherheit der gespeicherten Daten. Nachdem die Datenschutz-Grundverordnung 2018 in Kraft getreten ist, haben sich viele Unternehmen und Cloud-Anbieter dieses Jahr klar ausgedrückt, Cloud-Daten ausschließlich auf Servern innerhalb Deutschlands oder der Europäischen Union zu speichern und zu verwalten.

Künstliche Intelligenz (KI), insbesondere maschinelles Lernen, wurde in der Vergangenheit im Vergleich zu Fernerkundung und Photogrammetrie in GIS-Anwendungen generell weniger stark eingesetzt. Heute ist KI bereits in zahlreichen Bereichen zu finden. Neben "herkömmlichen" Anwendungen wie Bearbeitung großer Datenmengen in der Cloud wird KI beispielsweise für die Aufdeckung von Straßenschäden verwendet (siehe Abschnitt "Mobile Mapping"). Lösungen mit KI-Ansätzen wurden auf der INTERGEO außerdem in folgenden Bereichen vorgestellt: zur Prognose von raumbezogenen Ereignissen, z.B. Standorte von Mineralvorkommen zu finden, Forstschädlinge und Erosionen aufzuspüren sowie im Bereich Naturgefahren. KI wird auch von Kommunen als Chat-bot verwendet, indem Bürger ihre Angelegenheiten per Smartphone mitteilen und sehr schnell Lösungen bzw. Weiterleitungen an die zuständigen Abteilungen bekommen.

Trotz zahlreicher Vorteile benötigen KI-Ansätze in vielen Anwendungsfällen oft menschliche Interaktion, um Fehler zu minimieren und die Qualität der Ergebnisse zu gewährleisten. Beispielsweise werden bei der Extraktion von Vektorobjekten aus den Rohdaten halbautomatische KI-Ansätze eingesetzt, bei denen die Algorithmen lediglich assistieren und der Mensch die Ergebnisse kontrolliert und gegebenenfalls verbessert. Bei Lösungen, die im Einsatz ohne menschlichen Hilfe auskommen, besitzen die Algorithmen einen eingeschränkteren Aufgabenbereich. Außerdem war es bzgl. der Anwendungen von KI-Methoden generell noch festzustellen, dass Unternehmen dem Einsatz von KI immer noch wesentlich offener gegenüberstehen als Kommunen, die oft eher kritisch reagieren.

## **12 Angebote und Geschäftsmodelle von Start-ups**

Innovative Lösungen von Start-ups werden oft durch gezielte Programme und Organisationen begleitet und gefördert. Eines davon ist das Copernicus-Start-up-Programm, welches aus vier Komponenten besteht: Während Copernicus Masters und Copernicus Hackathon sich darauf konzentrieren, vielversprechende Ideen und Lösungen auszuzeichnen, werden Start-ups im Rahmen des Accelerator-Programms mit kontinuierlichem Wissen in Form von Schulungen und Seminaren unterstützt. Finanzierungsmöglichkeiten bietet außerdem das Copernicus-Inkubationsprogramm.

Seit 2016 wurden 140 Start-ups in das Accelerator-Programm aufgenommen. In diesem Jahr wurden 50 Unternehmen aus 16 EU-Ländern 10 Monate lang unterstützt. Die Förderung zielt darauf ab, Mentoren aus den relevanten Fachbereichen mit denjenigen zusammenzubringen, die dieses spezielle Expertenwissen benötigen. Die Teilnahmebedingungen erfordern eine innovative Geschäftsidee, die auf Copernicus-Daten basiert und internationales Wachstumspotential besitzt. In diesem Jahr lagen die meisten Anwendungsbereiche in den Bereichen Verwaltung natürlicher Ressourcen & Landwirtschaft (16%), Atmosphärenüberwachung (14%) und Landüberwachung (14%). Die meisten Ideen setzen dabei auf künstliche Intelligenz (29%), etwa ein Viertel auf Bildverarbeitung (26%) und 12% auf GIS. Da das Projekt darauf abzielt, in der EU ansässige Unternehmen zu fördern, muss der Firmensitz innerhalb der EU liegen. Die Mitglieder können jedoch aus der ganzen Welt kommen, was sehr geschätzt wird. Die meisten Firmen haben ihren Sitz in Deutschland (29%), Italien, den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich (alle drei 10%).

Da die Gründer in der Regel bereits sehr fundiertes Wissen bezüglich der technischen Aspekte ihrer Ideen mitbringen, benötigen sie oft Unterstützung bei anderen Themen. Deshalb sind nur 26% der Experten auf die Beratung bei der Produktentwicklung spezialisiert und 74% sind in anderen Disziplinen tätig, wie beispielsweise dem Unternehmenscoaching (23%) oder der Beratung für Markteinführungen (11%).

Die Etablierung von neuen Geschäftsideen mit rund 100 Kunden oder die Generierung von 2,5 Millionen Dollar Umsatz bestätigen den Erfolg einiger Start-ups. Die erfolgreichsten Geoinformations-Innovationen sind jedoch

meist universitäre Spin-offs, die von erfahrenen Professoren initiiert wurden und deren Mitglieder aus derselben Universität rekrutiert werden. Dies gewährleistet Stabilität, insbesondere in der Gründungsphase eines neuen Unternehmens. Darüber hinaus werden die Erfahrungen der akademischen Forschung zu relevanten Themen in das Start-up eingebracht, was eine kontinuierliche Aktualisierung der Technologien und Ideen ermöglichen kann.

Start-ups offerieren ein breites Spektrum an Anwendungen. Eine Gemeinsamkeit, die einige von ihnen verbindet, ist die Verwendung von Open Source Software und Open Data. Sie nutzen offene Daten als Basis für ihre Ideen, wie z.B. den Verkauf von hochgradig anpassbaren UAVs mithilfe von Open-Source-Code oder offene Wetterdaten als Hauptinformationsquelle für die Routenplanung von Schiffen.

## Fazit

Die INTERGEO 2019 zeigte wieder einmal eindrucksvoll die Vielfalt der Branche und das breite Spektrum an Angeboten aus Wirtschaft, öffentlicher Verwaltung und Wissenschaft.

Einen gemeinsamen Nenner der Veranstaltung könnten neben dem bekannten Slogan "Wissen und Handeln für die Erde" die Themen Vernetzung und Kollaboration darstellen. Sei es in Vorträgen, Fachgesprächen und Podiumsdiskussionen zu Fachgebieten wie BIM, Cloud, Landmanagement, Smart Cities oder GDI - die Thematik Vernetzung und Kollaboration war allgegenwärtig.

In einer vernetzten Welt kann kaum ein einzelnes Produkt oder eine einzelne Dienstleistung dem Kunden einen signifikanten Mehrwert bieten. Der Nutzen beim Kunden entfaltet sich erst dann, wenn sich die angebotene Lösung in das bereits bestehende Ökosystem einfügen kann. Dies gilt insbesondere in Zeiten, in denen Geschwindigkeit zu einem wesentlichen Erfolgsfaktor geworden ist. Die Grundlage für integrierte und vernetzte Lösungen setzt ebenfalls eine gut vernetzte Branche voraus. Die nächste Gelegenheit zur Vernetzung im gleichen Rahmen bietet sich vom 13.-15. Oktober 2020 in Berlin und trägt den Namen INTERGEO.

Der Dank der Autoren gilt dem Runden Tisch GIS e.V. und der HINTE Messe- und Ausstellungs-GmbH für die Unterstützung. Neben den befragten Experten und der Möglichkeit, neben der Messe auch den INTERGEO-Kongress zu besuchen, waren es vor allem die Interviews mit den Ausstellern, die maßgeblich zum Gelingen der diesjährigen Trendanalyse beigetragen 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](mailto:runder-tisch@tum.de)  
[www.rundertischgis.de](http://www.rundertischgis.de)