

Expo & Conference

**INTERGEO DIGITAL 2020 – Trendanalyse**

**Vorwort**

Wie so vieles im Jahr 2020 war auch die Fachmesse und Konferenz INTERGEO im wahrsten Sinne des Wortes »außergewöhnlich«. Aufgrund der COVID-19-Pandemie fand die internatio-

nale Leitmesse für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement in diesem Jahr vom 13. bis 15. Oktober als virtuelle Veranstaltung statt. Insgesamt waren deshalb zwar weniger Aussteller vertreten als in vergangenen Jahren, dennoch nutzten 228 Messeaussteller die Möglichkeit Neu-

heiten, Produkte und Dienstleistungen online zu präsentieren. Dazu konnten die ca. 12.000 angemeldeten Teilnehmer aus 153 Ländern virtuelle Stände besuchen und in Videokonferenzen einzeln oder in kleinen Gruppen miteinander in Kontakt treten. Zudem erreichte ein umfangreiches und interessantes Vortragsprogramm mit über 400 Rednern ein weltweit zugeschaltetes Publikum.

Bereits zum 17. Mal war auch ein Team aus Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Geoinformatik der Technischen Universität München (TUM) im Auftrag des Runden Tisch GIS e.V. (virtuell) vertreten und führte per Videokonferenzen Interviews mit zahlreichen Ausstellern, um aktuelle Trends und Entwicklungen der Branche zu identifizieren.

Den aktuellen Umständen entsprechend wurde das ursprünglich geplante Leitmotto »Wissen und Handeln für die Erde« zu »Discover – Lern – Connect« angepasst. Dennoch standen auch in diesem Jahr mögliche Beiträge von Geodäsie und Geoinformation in den Bereichen Klimaschutz, Digitalisierung oder intelligente Stadt von morgen im Mittelpunkt. Diese Aspekte spiegeln sich wider in Themenbereichen wie Smart Cities, 3D GIS, Building Information Modeling (BIM), Landmanagement, Fernerkundung, Laserscanning, Cloud-Technologien, künstliche Intelligenz (KI) und einigen mehr. In dieser Trendanalyse werden daher Erkenntnisse aus den geführten Aussteller-Interviews nach Themenbereich zusammengefasst und jeweilige Trends, Neuheiten und mögliche zukünftige Entwicklungen vorgestellt.



## 1 Smart Cities

Eine eigens dem Thema »Smart City Solutions« gewidmete virtuelle Bühne der digitalen INTERGEO, auf der die Messteilnehmer zahlreiche Vorträge zu diesem Themenkomplex verfolgen konnten, unterstreicht die unveränderte Aktualität dieses Themas. Nachhaltige Mobilität, Klimaschutzgerechte Stadtentwicklung sowie aktive Bürgerbeteiligung stehen dabei im Mittelpunkt. Für viele Anwender spielt die Möglichkeit, Sensorinformationen in möglichst kurzer Zeit auswerten und nutzbar machen zu können, weiter eine große Rolle. Der zunehmende Einsatz von KI-Methoden für Sensordatenanalyse aber auch zur Objekterkennung trägt hierzu bei. Weiterhin kann der momentan stattfindende Aufbau eines Netzes für den Mobilfunkstandard 5G im Kontext des Internet of Things (IoT) hilfreich sein, um Datenübertragungsraten zu steigern und Latenzzeiten zu verringern. Dies ist speziell für Echtzeitanwendungen von Sensorinformationen – wie sie für zahlreiche Smart City Technologien benötigt werden – essenziell. Während die fünfte Generation des Mobilfunkstandards in einigen Städten bereits vorangeschritten ist, wird eine landesweit flächendeckende Verfügbarkeit noch einige Jahre in Anspruch nehmen. Die sich ebenfalls weiter in Entwicklung befindliche Long Range Wide Area Network (LoRaWAN)-Technologie zum Datenaustausch verteilter Sensoren kann daher speziell in ländlichen Gebieten eine wichtige Rolle spielen. Sensorinformation spielen auch für das umfangreiche Thema neuer Formen der Mobilität eine gewichtige Rolle. Autonom fahrende Fahrzeuge werden dabei neben hochgenauen Karten und selbst erfasster Sensorinformationen auch auf den Austausch von Informationen untereinander und mit anderen Objekten angewiesen sein. Diese vernetzte Verkehrsinfrastruktur als Teil einer Smart City kann neben Stauvermeidung auch zur Steigerung der Verkehrssicherheit beitragen.

Einen interessanten Ansatz zur Nutzung von Sensorinformationen zur Bürgerinformation und als Basis für Entscheidungsfindungen zeigt folgendes Beispiel. Auf Grundlage von Informationen über Parkplatzbelegungen, welche kontinuierlich aus Sensordaten gewonnen werden, können beispielsweise gezielt wenig genutzte Parkplatzflächen identifiziert werden. In einem nächsten Schritt können dann Bürgermeinungen z.B. in Form von online Abstimmungen eingeholt werden, um gewünschte alternative Nutzungen wie Fahrradparkplätze oder neue Flächen für gastronomische Zwecke

festzulegen. Hierbei gilt es zu beachten, weniger technikaffine Bürger nicht von derartigen Diskussionen auszuschließen. Ein vorgestelltes Konzept ist in diesem Zusammenhang die responsive Stadt als Weiterentwicklung der Smart City, bei der Bürger direkt in Planungs- und Entwicklungsprozesse miteinbezogen werden. Dazu wurden Möglichkeiten vorgestellt, wie z. B. vor Ort platzierte Informationsstellen mit intuitiver Touch-Steuerung genutzt werden können, um einerseits Informationen öffentlich zugänglich zu machen und andererseits Bürgermeinungen zu verschiedenen Projekten einzuholen.

## 2 3D-GIS, virtuelle 3D-Stadtmodelle, 3D-Visualisierung

3D-GIS und die Visualisierung von Geodaten sind Bestandteil vieler geodätischer Anwendungen und in zahlreichen Themenbereichen der INTERGEO wiederzufinden. Virtuelle 3D-Stadtmodelle als Grundlage für unterschiedlichste Anwendungen stehen dabei in immer engerem Bezug zu angesprochenen Funktionen einer Smart City. Für einige Messteilnehmer ist in diesem Zusammenhang der »Digitale Zwilling« als übergeordneter Begriff für Anwendungen, Analysen und Simulationen auf der Basis digitaler Abbilder der Realität mehr als nur ein Schlagwort. So haben mehrere Großstädte wie München, Hamburg oder Leipzig bereits begonnen, einen solchen digitalen Zwilling aufzubauen. Dies wird über die Modellierung von Gebäuden hinausgehen und weitere Aspekte des Stadtbilds wie insbesondere den Straßenraum samt Verkehrslogik sowie Vegetation, Straßenmöbel, Beschilderungen oder Signalanlagen umfassen. Ein nächster Schritt wird zudem die Ableitung eines digitalen Drillings zur Simulation von »was wäre, wenn«-Szenarien sein. Dazu kann der digitale Zwilling auf unterschiedliche Weise modifiziert werden, um so beispielsweise Auswirkungen verschiedener Planungsszenarien virtuell zu testen und sich auf dieser Grundlage für die optimale Variante zu entscheiden. Eine mehrfach genannte Herausforderung wird in diesem Zusammenhang die Aktualisierung und ggf. Erweiterung des digitalen Abbilds der Realität sein. Konzepte für Updates des digitalen Zwillings werden dabei im Zentrum zukünftiger Entwicklungen stehen. Grundlage eines digitalen Zwillings urbaner Räume sind häufig bereits bestehende 3D-Stadtmodelle. Hierzu sind CityGML LoD2-Gebäudemodelle für viele Städte und manche Länder mittlerweile flächendeckend verfügbar. CityGML 3.0 als neue Version des internationalen OGC

Standards zur Modellierung und Speicherung sowie zum Austausch semantischer 3D-Stadt- und Landschaftsmodelle steht kurz vor der Veröffentlichung. Dieser wird einige neue sowie weiterentwickelte Konzepte beinhalten. So wird es unter anderem möglich sein, (hoch)dynamische Informationen (beispielsweise Sensordaten) in 3D-Stadtmodelle zu integrieren. Darüber hinaus werden ein überarbeitetes LoD-Konzept, weiterentwickelte Repräsentationsmöglichkeiten des Straßenraums, Möglichkeiten zur Versionierung und Historisierung von Modellen sowie eine verbesserte Integration von Innen- und Außenraumrepräsentationen neue Anwendungsmöglichkeiten für semantische 3D-Stadtmodelle bieten. Dies bietet zusätzliche Möglichkeiten, die Themenfelder Smart City und 3D-Stadtmodelle weiter zusammenwachsen zu lassen.

Neben semantischen Modellen spielen auch Virtual Reality (VR)- oder Augmented Reality (AR)-Modelle, welche in erster Linie für Visualisierungszwecke genutzt werden, eine Rolle. Vielfach werden hochgenaue Punktwolken zur Ableitung von Mesh-Modellen verwendet. Diese umfangreichen Datenmengen (in Echtzeit) zu rendern stellt oftmals eine Herausforderung dar. VR- oder AR-Technologien werden zunehmend als hilfreiches Werkzeug zur Erkundung von Geodaten eingesetzt. Zukünftig sollen noch mehr Möglichkeiten geschaffen werden, diese Technologien für weitere interaktive Anwendungsfelder einsetzbar zu machen und so das Arbeiten in der virtuellen Realität zu ermöglichen. Planen und Messen in virtuellen Umgebungen, bequem vom eigenen Schreibtisch aus, könnten so Zeit und Geld sparen. Visualisierungen in 4K-Auflösung ermöglichen ein realitätsnahes Erlebnis. Zwar gibt es bereits Anwendungen, in denen VR-/AR-Technologien über die reine Visualisierung hinausgehen, jedoch bleibt hier weiterhin Entwicklungspotenzial. Neueste Smartphones und Tablets verfügen teilweise über einen integrierten LiDAR (Light Detection and Ranging)-Scanner. Dies ermöglicht unter anderem Scans der Umgebung, welche direkt zur Erzeugung von AR-Modellen verwendet werden können. Die Reichweite des Smartphone-LiDAR ist zwar aktuell auf fünf Meter begrenzt, dennoch können sich hier zukünftig interessante Nutzungsmöglichkeiten ergeben.

## 3 Mobile Mapping

Das bereits in der vorherigen Trendanalyse beobachtete breite Spektrum an Geräten und Lösungen wächst noch weiter. Die an Rucksäcken, Wagen, Autos, Eisen-

bahnfahrzeugen oder UAVs montierten Scanner sind überall präsent. Darüber hinaus haben Hersteller der mobilen Handgeräte in diesem Jahr ihre Marktpräsenz erhöht, indem sie Lösungen eingeführt haben, die vor allem auf hohe Benutzerfreundlichkeit ausgerichtet sind. Hierzu zählen z. B. ein geringes Gewicht von weniger als ein Kilogramm oder die Möglichkeit, Gerätesteuerung zusammen mit Echtzeit-Visualisierungen in 2D und 3D über das Smartphone durchzuführen. Die Vereinfachung der Nutzung resultiert aus der sinkenden Anzahl von Spezialisten im Vermessungsbereich und zugleich der steigenden Nachfrage nach mobilen Kartenlösungen. Neben den genannten Werkzeugen können jetzt die autonomen Oberflächenfahrzeuge (ASV) die Flussufer mit Hilfe von LiDAR-Technologien kartieren. Auch Scanner, die an mobilen Robotern montiert sind, sorgen für Aufmerksamkeit. Die heutigen Scanner sind mit Infrarotkameras ausgestattet und erfüllen somit viele Aufgaben, die sich z. B. mit Detektion der Wärmelecks in Gebäuden beschäftigen.

Viele Unternehmen sind davon überzeugt, dass die Kunden an All-in-One-Lösungen interessiert sind. Aus diesem Grund wird nicht nur Hardware zur Abbildung der Umgebung, sondern auch Software zur Vorverarbeitung und Visualisierung der aufgenommenen Daten mitgeliefert. Die meisten Hersteller für mobile Scanner entwickeln ihre Produkte plattformunabhängig, um die hohen Anforderungen zur Abbildung der Innen-, Außen- und gemischten Umgebungen seitens der Kunden zu erfüllen. Einige der Szenenrekonstruktionsprogramme benötigen zwangsläufig hierfür eine GPU, um das Berechnungstempo deutlich zu erhöhen und damit Zeit zu sparen. Um anspruchsvolle Berechnungen vor Ort zu vermeiden, bieten Unternehmen eine automatisierte Nachbearbeitung, wie z. B. die automatische Änderungserkennung der erhobenen Kartierung über einen bestimmten Zeitraum, in der Cloud an.

Zur Erfassung von Punktwolken, die über eine Genauigkeit im Zentimeter- oder sogar Millimeterbereich bei einer Reichweite von 15 m verfügen, werden bereits zahlreiche Geräte auf dem Markt angeboten. Die automatische Extraktion semantischer Informationen ist jedoch weiterhin ein bestehendes Problem. Derzeit ist es möglich, sich wiederholende und standardisierte Objekte in Punktwolken wie z. B. Stadtmöbel automatisch zu klassifizieren, mögliche Cluster ähnlicher Punkte automatisch zu erkennen oder Risse in Tunneln mit 95 % Genauigkeit festzustellen. Dennoch werden Menschen

immer noch bei vielen Prozessen wie der Extraktion von Fassadenelementen, Vektorisierung von Punktwolken in Innenräumen und Extraktion detaillierter Objekte der Straßenumgebung wie Bordsteine gebraucht.

Die heutigen mobilen Kartierungslösungen können den gesamten Innenraum eines zweistöckigen Gebäudes mit einer Fläche von ca. 250 m<sup>2</sup> und zahlreichen Zimmern mit Fenstern, Türen usw. innerhalb einer Stunde fertig aufzeichnen. Derselbe Bereich kann innerhalb von ca. 20 Minuten komplett vektorisiert werden. Die aktuellen Anwendungen von Mobile Mapping konzentrieren sich deshalb auf den Immobilienmarkt, Stadtmodellierung, Tiefbau, Automobilindustrie (Erstellung von High Definition Maps), Militär, Umweltüberwachung und Unfallrekonstruktion.

Die derzeitige globale Pandemie hat unterschiedliche Auswirkungen auf den Markt der mobilen Kartierung. Einige Unternehmen sehen eine steigende Nachfrage nach neuen Technologien. Einige können keine negativen Auswirkungen auf ihren Verkauf feststellen, während andere einen Anstieg von 30 % bis zu 100 % bei Cloud-Speicher und Computing verzeichneten. Auf der anderen Seite beobachten Unternehmen, die Lösungen für die Automobilbranche liefern, einen Rückgang der Nachfrage. Darüber hinaus führt das zunehmende Interesse der Menschen am Klimawandel zu neuen Kundenanforderungen wie der Überwachung von Gletschern, der Bewertung von Öllecks und der Inspektion von Flussbetten.

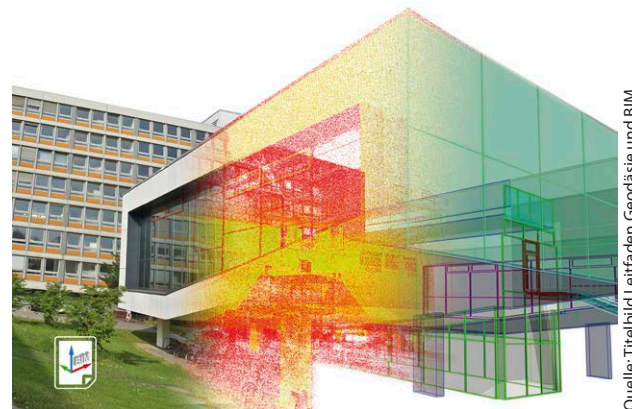
#### 4 Building Information Modeling

Auch dieses Jahr war Building Information Modeling (BIM) ein wichtiges Thema auf der INTERGEO. BIM wird dabei nicht mehr nur isoliert betrachtet, sondern auch im Kontext von Smart Cities, wo BIM als ein Instrument zur Stärkung der Entscheidungsfindung und zum Erzielen schneller und besserer Ergebnisse für alle Beteiligten betrachtet wird, oder bei der Integration von BIM und GIS. Während der Fokus von BIM auf dem Entwurf von Bauwerken liegt, liefert GIS Informationen zu bereits existierenden Bauwerken in der gebauten Umwelt. Um Informationen

über den gesamten Lebenszyklus der gebauten Umwelt hinweg zu gewährleisten, müssen BIM und GIS verknüpft werden. Hierfür wurden Softwarelösungen präsentiert, die es erlauben, Daten aus GIS-Systemen in BIM-Modellierungswerkzeuge zu integrieren. So können beispielsweise direkt beim Entwerfen neuer Bauwerke Konflikte mit bestehender Infrastruktur (wie unterirdische Leitungen) entdeckt werden. Gleichzeitig können GIS-Systeme mit BIM-Daten angereichert werden, sodass diese auch von GIS-Nutzern verwendet werden können. Dadurch ist gewährleistet, dass BIM- und GIS-Nutzer stets mit den aktuellsten Daten aus beiden Welten arbeiten. Ziel ist eine dynamische Benutzererfahrung zwischen BIM und GIS, d. h. eine Kopplung, die das Exportieren und Importieren von Daten in die BIM- oder GIS-Umgebung eliminiert. Hierbei spielt auch das Thema Cloud-Computing eine große Rolle. Cloud-Umgebungen ermöglichen, dass BIM-Projekte webbasiert dargestellt und für die Zusammenarbeit genutzt werden können.

Der Begriff »Digitaler Zwilling« wurde auch im Kontext von BIM mehrfach erwähnt. So kann das BIM-Modell mit allen seinen Bauwerken einer Stadt zusammen mit GIS-Daten, Laserscans und Geländemodellen zum digitalen Zwilling dieser Stadt werden. Diese digitalen Zwillinge können mit Echtzeitdaten/IoT-Sensoren verknüpft und für Analysen verwendet werden, wie Energiebedarfsschätzungen, Hochwassersimulationen oder Verkehrssimulationen, und so die Kommunikation und Entscheidungsfindungsprozesse unterstützen. Neu daran ist, dass nun BIM-Modelle in Anwendungsbereiche Einzug halten, die bisher den 3D-Stadtmodellen vorbehalten waren.

Von der Arbeitsgruppe BIM-Verkehrswege wurde in der neuen buildingSMART-Schriftenreihe das Heft »BIM-Klassen der Verkehrswege« veröffentlicht. Das Heft definiert einen einheitlichen



BIM-GIS-Integration

Quelle: Titelbild Leitfräden Geodäsie und BIM

Objektkatalog für Verkehrswege – in der aktuellen Version mit Fokus auf Objekte aus den Bereichen Baugrund/Geologie, Vermessung/Bestand, Straße/Entwässerung sowie Brücke/Ingenieurbauwerk. In einer überarbeiteten Auflage sollen 2021 die Bereiche Bahn, Tunnel, Wasserweg/Hafen und Landschaft/Freianlage ergänzt werden. Der Objektkatalog dient auch der Vorstandardisierungsarbeit, d. h. als Diskussionsgrundlage für die weitere BIM-Standardisierung. Die Arbeitsgruppe BIM-Verkehrswege mit Mitgliedern aus den Bereichen Bauverwaltungen, Investoren, Planungs-, Ingenieur- und Vermessungsbüros, Bauunternehmen und BIM-Berater wurde 2018 gegründet, da die praktischen Belange bzgl. Infrastruktur und Verkehrswege bis dato in den Fachgruppen nicht angemessen vertreten waren.

Darüber hinaus wurde auch der Leitfaden Geodäsie und BIM, der vom DVW und Runden Tisch GIS erarbeitet wurde, auf der INTERGEO in einer neuen, überarbeiteten Version 2.1 vorgestellt. Der Leitfaden kann kostenlos von den Webseiten des Runden Tisch GIS oder des DVW heruntergeladen werden.

## 5 Landmanagement, amtliche Geobasisdaten und Geodateninfrastrukturen

Mit Stand 21. Oktober 2020 wurde der vorletzte Meilenstein der INSPIRE-Richtlinie, die interoperable Bereitstellung der Daten der Anhänge II und III, erreicht, wengleich noch inhaltliche Lücken zu verzeichnen sind. Somit fehlen als letzter Meilenstein nur noch die aufrufbaren Geodatendienste, die bis 10. Dezember 2021 gemäß der INSPIRE-Richtlinie umgesetzt sein müssen. Auch nach Fertigstellung der europäischen Geodateninfrastruktur wird die INSPIRE-Richtlinie einer Weiterentwicklung bedürfen, insbesondere hinsichtlich neuer Anforderungen, neuer Datenquellen wie 3D-Daten und Sensordaten sowie neuer Technologien wie Linked Data und Künstliche Intelligenz/Machine Learning.

Aktuelle Entwicklungen auf EU-Ebene sehen zum einen im Rahmen der Europäischen Datenstrategie die Schaffung eines Binnenmarktes für Daten vor und zum anderen unterstützend zur Umsetzung des Europäischen Green Deal die Schaffung eines Datenraums, in dem auch INSPIRE-Daten Verwendung finden. Hierzu soll die INSPIRE-Richtlinie im Rahmen der GreenData4All-Initiative überprüft und überarbeitet werden. Zur Umsetzung dieser europäischen Datenräume bedarf es einer Einbindung der

derzeit getrennt voneinander existierenden Geodateninfrastrukturen. Die Datenräume müssen auf Standards und technischen Architekturen basieren, die unter Einsatz moderner Technologien (z. B. Cloud-Infrastrukturen und die derzeit beim OGC in Entwicklung befindlichen offenen Schnittstellen der OGC APIs), agiler Entwicklungsmethoden sowie unter Einbeziehung von Datenanbietern und insbesondere von Nutzern und Entwicklern geschaffen werden, um Datenzugang, Interoperabilität und Nutzerfreundlichkeit zu gewährleisten.

Trotz standardkonformer Bereitstellung von Geodaten über Geodateninfrastrukturen und Geoportale werden von Nutzern oft Daten von OpenStreetMap (OSM) verwendet, da der Zugriff auf OSM-Daten einfacher und schneller funktioniert. Hier setzt »Smart Mapping«, das derzeitige Kernprojekt der AdV im Bereich Kartografie, an. Ziel ist die Bereitstellung innovativer kartografischer Produkte basierend auf einer modernen Entwicklungsplattform mit modularem Aufbau, die bei der AdV selbst entwickelt und zentral für alle Länder bereitgestellt wird. Eine wichtige Rolle spielen auch hier die agile Weiterentwicklung durch aktive Einbindung der Kommunen, Verwendung von Cloud-Technologien und Open-Source-Software sowie ein vereinfachtes, aus dem AAA-Modell abgeleitetes Datenmodell. Als erstes Produkt wurde die Betaversion der basiskarte.de vorgestellt, womit Karten für Web und Druck im Vektorformat, monatlicher Aktualisierung, ohne feste Zoomstufen, mit Schummerung und Höhenlinien sowie 3D-Gebäuden dargestellt werden können.

In den Vermessungsverwaltungen steht die Umsetzung der GeoInfoDok 7 bis 31. Dezember 2023 auf der Agenda. Hier weisen die verschiedenen Verwaltungen unterschiedliche Fortschritte auf. Hindernisse gibt es bei der zeitlichen Synchronisation der Abläufe, da die verschiedenen Komponenten der AAA-Architektur von unterschiedlichen Anbietern bedient werden. Zudem muss jeweils auch die landesspezifische Migration berücksichtigt werden. Mit der Einführung der GeoInfoDok 7 können nun auch 3D-Geobasisdaten in ALKIS geführt werden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass zukünftig auf CityGML-Daten verzichtet

werden kann, da z. B. die Realisierung von Planungsvarianten oder die Visualisierung anderer CityGML-Objektarten wie Stadtmöblierung weiterhin nur mit Ci-



Visualisierung amtlicher Geodaten

tyGML möglich ist. Die für das Jahr 2020 geplante flächendeckende Bereitstellung von LoD2-Gebäudemodellen wird sich aufgrund von Verzögerungen auf Anfang 2023 verschieben.

Im Kontext des Onlinezugangsgesetzes (OZG) wurde von der GDI-DE ein Eckpunktepapier erstellt, das den Mehrwert von Geodateninfrastrukturen im Kontext des OZG sowie Praxisbeispiele für Geodatenstandards aufzeigt. Ein weiteres Thema der GDI-DE war die Vereinheitlichung der Lizenzierung offener Geodaten. Hierzu wurde ein Dokument erarbeitet, welches für die Bereitstellung offener Geodaten der öffentlichen Verwaltung die Lizenzen Creative Commons und Datenlizenz Deutschland empfiehlt.

## 6 Geodätische Messtechnik und Satellitennavigation

Der Trend der Vorjahre zur weiteren Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit von Messgeräten setzt sich fort. So sind Messinstrumente vermehrt über Smartphones oder smartphone-ähnliche Geräte bedienbar und können teilweise mit einer einzigen Taste gesteuert werden. Dies ermöglicht eine intuitive Handhabung bei geringer Einarbeitungszeit und fördert so eine schnelle und unkomplizierte Nutzung. Weitere Funktionen, die die Messaufgaben vereinfachen, sind 3D- und 2D-Vorschaumöglichkeiten der erfassten Orte und Objekte in Echtzeit, was zur Steigerung der Übersichtlichkeit beiträgt. Wie bereits erwähnt, verfügen neueste Smartphones und Tablets über integrierte LiDAR-Scanner, welche zur verbesserten Erzeugung von AR-Modellen beitragen, allerdings aufgrund eingeschränkter Reichweite (5 m) und Genauigkeit für vermessungstechnische Anforderungen (noch) nicht ausreichend geeignet sind.

Der Galileo High Accuracy Service (HAS) der Agentur für das Europäische GNSS (GSA) soll bis 2024 voll funktions-

fähig sein und GNSS-Messungen mit ca. 20 cm Positionierungsgenauigkeit ermöglichen. Weiterentwickelte Designs der GNSS-Empfängerantenne sollen die Leistung steigern und bisherige Einschränkungen überwinden. In Kombination mit Kamerasystemen sind GNSS- und IMU-Einheit in der Lage, Messungen an Orten mit GNSS-Signalabschattung (z. B. unter einem Dach, einem Balkon oder einem Baum) durchzuführen.

### 7 UAV

Auch dieses Jahr war auf der INTERGEO die UAV-Industrie sowohl durch bereits etablierte Unternehmen als auch durch aufstrebende Start-ups gut vertreten. Trotz der infolge der Corona-Krise konjunkturellen Abschwächung wird damit gerechnet, dass der Drohnenmarkt auch in den kommenden fünf Jahren stark wachsen wird, von derzeit 22,5 Mrd. US-Dollar auf 42,8 Mrd. US-Dollar im Jahr 2025. Das entspricht einem jährlichen Wachstum von 13,8 %.

Während derzeit vor allem die Energie- und die Bauwirtschaft die größten Kunden darstellt, liegen die größten Wachstumspotenziale langfristig im Transportwesen wie Logistik im öffentlichen Sektor, eine Tendenz, die von den Einschränkungen infolge der Pandemie noch beschleunigt werden könnte. Denn je mehr unbemannte Maschinen sich im Einsatz befinden, desto weniger menschliche Interaktionen werden benötigt. Einen weiteren bedeutenden Wachstumsimpuls werden zweifellos die neuen Verordnungen der EU zum Gebrauch von Drohnen liefern, die am 31. Dezember 2020 in Kraft treten und den bisherigen nationalen Flickenteppich ersetzen werden. Diese sehen unter anderem vor, dass die Autorisierungen für Drohnenpiloten künftig EU-weit gelten sollen. Außerdem wird ab jetzt die Nutzung von Drohnen in drei Risikostufen unterteilt, nämlich »open«, »specific« bzw. »certified« für Drohnen-Operationen mit geringem, mittlerem bzw. hohem Risiko.

Ein klarer Trend zu energiesparsameren und effizienteren Drohnen lässt sich dieses Jahr deutlich erkennen. Viele Hersteller legen einen großen Wert auf die Klimaneutralität ihrer Produkte, indem sie erneuerbare Technologien für den Drohnenantrieb einsetzen, um ihren Beitrag zur Reduzierung des Treibhausgas zu leisten. In diesem Zusammenhang wurden ebenfalls viele neue effizientere Mapping-Algorithmen entwickelt und umgesetzt, sodass Drohnen auch ohne Empfang weiterhin einen vorbestimmten Bereich möglichst effizient abdecken

können. Damit können UAVs auch über mobile und IoT-Geräte trotz ihrer begrenzten Fähigkeit zum Empfangen von Signalen ferngesteuert werden.

Die medizinische Nutzung von UAVs ist ein weiteres, sehr angesagtes Anwendungsfeld, für das schon seit Jahren auch in Deutschland geforscht und geplant wird. Denkbare Einsatzfälle sind zum Beispiel der Transport von Blutkonserven oder Gewebe- und Blutproben, die unter einem gewissen Zeitdruck stehen und zurzeit noch weitgehend auf den Straßentransport angewiesen sind. Zu ihrer Sicherheit, Rechtmäßigkeit und Machbarkeit fand auf der INTERGEO eine Podiumsdiskussion statt, an der Vertreter aus den Bundesministerien für Gesundheit und Verkehr, dem Gesundheitswesen, der Wirtschaft, einer auf Hochtechnologie spezialisierten Kanzlei und viele andere Spezialisten, die bereits länger mit diesem Anwendungsfeld vertraut sind, teilgenommen haben. Hier wird damit gerechnet, dass in städtischen Gebieten der Regelbetrieb der medizinischen Drohnen in etwa zwei Jahren starten kann. Anders sieht es bei der medizinischen Versorgung in ländlichen Gebieten aus. Hier ist die Nutzung von Drohnen noch viel weniger ausgereift, wird allerdings durch den demografischen Wandel auf dem Land an Bedeutung gewinnen.

Die Vermessungsbranche ist nach wie vor einer der Hauptabnehmer für Drohrentechnologien. Eine Umfrage unter mehreren UAV-Anwendern ergab, dass neben dem Kostenfaktor vor allem Zeitersparnis als wichtigster Faktor gesehen wird. Drohnen erhöhen ihre Genauigkeit mithilfe der PPK-Messtechnik (Post-Processed-Kinematic), die sowohl eine Verbesserung der Genauigkeit als auch die Eliminierung von GCPs (Ground-Control-Points) ermöglicht, wodurch die Zeit des Erfassungsprozesses verkürzt wird. Es gibt Lösungen mit dem INS-Sensor (Inertial Navigation System, in LiDAR verwendet), die die erforderliche Bildüberlappung für photogrammetrische Anwendungen auf 40 % reduzieren und somit die Erfassungs- und Verarbeitungszeit erheblich verringern.

Mit Ausnahme des Gesundheits- und des Vermessungswesens wird die Nutzung von UAVs durch deutsche Behörden noch sehr zögerlich ausgebaut. Über konstant steigendes Interesse können sich Hersteller und Distributoren jedoch freuen. Zugute kommt ihnen, dass im sehr subsidiär aufgebauten deutschen Staat die Entscheidung über die Nutzung von Drohnen in der Regel bei den unteren Ebenen liegt, die gegenüber UAVs oft aufgeschlossener sind.

### 8 Fernerkundung

Das Europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus produziert derzeit 12 Terabyte Daten pro Tag. In den nächsten zwei Jahren wird mit dem Start von Sentinel-4 und Sentinel-5 die Raumkomponente weiter vervollständigt. Während die Missionen Sentinel-4 und Sentinel-5 dem Monitoring der Atmosphärenzusammensetzung gewidmet sind, spielt Copernicus auch für Fragestellungen im Bereich des Klimawandels eine immer wichtigere Rolle. Zum Thema Umweltmonitoring werden die Copernicus-Daten bereits für die Überwachung der Waldbestände, des Alt- und Nachbergbaus und der Schutzgebietsänderungen verwendet. Diese kostenfrei und offen zugänglichen Daten werden über die nationale Copernicus-Plattform CODE-DE (»Copernicus Data and Exploitation Platform – Deutschland«) und fünf cloudbasierte Plattformen Copernicus-DIAS (»Data Information and Access Services«) bereitgestellt. Die einzelnen DIAS-Plattformen unterscheiden sich in ihrem Datenangebot, in der Cloud-Prozessierungsumgebung sowie in den Geschäftsmodellen.

Die Copernicus-Daten werden von verschiedenen behördlichen und kommerziellen Nutzern verwendet und tragen vermehrt zur Aktualisierung amtlicher Geodaten bei. In den Jahren 2021 bis 2027 wird laut BKG eine Finanzierung von 5,8 Mrd. Euro für die Entwicklung des Copernicus-Programms zur Verfügung stehen. Dies übertrifft noch einmal das bisherige Budget von 4,3 Mrd. Euro (bis 2020). Die nächste Generation Sentinel-Satelliten (Sentinel-NG) ist ab dem Jahr 2027 geplant.

Der Einsatz von KI-Methoden, insbesondere Deep Learning, hat für bestimmte Aufgaben in der Erdbeobachtung, wie zum Beispiel die Erkennung von Waldtrockenheit und die KI-basierte Landnutzungsklassifikation gute Resultate erzielt. Die Forschung an der optimalen Netzwerk-Architektur und das richtige, vollständige Labeling der Trainingsdaten, die manuell erfasst werden müssen, sind dabei allerdings nach wie vor von großer Bedeutung.

### 9 Open Data und Open Source Software

Die Themen Open Data und Open Source waren bei der diesjährigen INTERGEO sowohl bei Ausstellern als auch bei Vorträgen präsent, wenn auch meist eingebettet in andere Themenkomplexe. Vom deutschen Städtetag wurde die Rolle kostenfreier, kommunaler Geodaten als

Grundlage verschiedener politischer und administrativer Entscheidungen sowie für die Kommunikation zwischen Stadt und Bürger\*innen betont. Durch die spielerische Erkundung der Stadt über kommunale GIS-Systeme soll die Identifikation der Bürger\*innen mit ihrer Stadt und deren Geschichte gestärkt werden. Web-Portale mit leichtem Zugang zu Geobasisdaten sollen die Barrieren für Bürgerbeteiligung und Eigeninitiative senken. Virtuelle Stadtmodelle sollen der Präsentation von Bauprojekten dienen und damit die Akzeptanz unter der Bevölkerung erhöhen. Der Deutsche Städtetag hat ein Diskussionspapier zu Strategien für Geodaten herausgegeben, aus dem unter anderem hervorgeht, dass das Bundesministerium für Wirtschaft das wirtschaftliche Potenzial von offenen Verwaltungsdaten in der Europäischen Union auf 140 Mrd. Euro jährlich, in Deutschland allein auf 12 Mrd. Euro schätzt. Trotzdem ist die Freigabe der Geodaten immer abzuwägen. Im Fall von unterirdischen Leitungen handelt es sich zum Beispiel um Informationen, die der Allgemeinheit nicht unbedingt zugänglich gemacht werden sollten. So hat auch das Präsidium des Deutschen Städtetags am 3. April 2020 zu diesem Thema einen eher unverbindlichen Beschluss gefasst, der keine Handlungsempfehlung gibt und die Entscheidung ganz in das Ermessen der einzelnen Städte stellt. Trotzdem hoffen die Autoren des Diskussionspapiers, die eine oder andere Stadt vom Open (Geo-)Data-Konzept überzeugt zu haben.

Im kommerziellen Bereich dagegen ist das Thema Open Source schon längst angekommen. Die Themenbereiche der Firmen, die Open Source Software nutzen, aber auch bereitstellen, erstrecken sich von der Geoinformatik über die Ingenieurvermessung, die Entwicklung und den Betrieb von Infrastruktur, den Energiebereich, die Landesvermessung, Internet of Things bis hin zur Analyse- und Testdienstleistung. Ein interessanter Trend ist hier, beim Betriebssystem für Hardware wie zum Beispiel Sicherheitskameras auf weitgehend offene statt herstellerspezifische Entwicklungen zu setzen und damit dem Endkunden die freie Wahl bei der darauf aufzusetzenden Software zu geben.

Das Open Geospatial Consortium (OGC) hat einen großen Anteil an der Definition und Verbreitung offener Standards im Bereich der Geoinformation. Ein inzwischen recht verbreiteter OGC-Standard ist die SensorThings-API zur Verknüpfung raumbezogener (IoT-)Sensoren und Sensordaten über das Internet. Dessen offene Umsetzungen als Server

werden von vielen öffentlichen Abnehmern und Behörden verwendet, darunter größere Städte wie Hamburg, München und Stuttgart, oder das BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) in Frankreich, das damit Gewässerdaten verwaltet. Auch Taiwan nutzt einen solchen Server zur Verwaltung von Luftmesswerten. In der Wirtschaft wird die SensorThings-API ebenfalls immer beliebter, vor allem bei der Automatisierung im Rahmen der Industrie 4.0 und im Logistikwesen. Daneben gibt es auch eine große Zahl privater Nutzer, für die die offenen Server als kostenlose und dennoch leistungsfähige Lösung attraktiv sind.

## 10 Mobile GIS/Apps

Angesichts der Corona-Pandemie ist die Rolle der mobilen Anwendungen in der GIS-Welt wichtiger denn je. Gerade wenn menschliche Kontakte und Interaktionen sehr eingeschränkt sind, sind mobile GIS-Anwendungen dieses Jahr schnell zu einer der wichtigsten Kommunikations- und Verarbeitungsplattformen geworden.

Zum einen sind beispielsweise viele Produkte im Bereich der Verkehrsanalyse gut vertreten, die die Verkehrsströme in Echtzeit mithilfe von einer großen Anzahl an Kameras aufnehmen und analysieren. Die Aufnahmen werden zusammengefasst und sicher über (W)LAN oder mobil an autorisierte Geräte oder in die Cloud übertragen. Dort wird die aktuelle Verkehrslage umfangreich analysiert und ausgewertet. Dies erfolgt trotz der großen Datenmengen dank effizienter Algorithmen und vor allem neuer Technologien im Bereich Machine und Deep Learning schnell und automatisch, ohne häufig auf menschliche Interaktionen angewiesen zu sein. Die Genauigkeit solcher Verfahren liege laut Herstellern derzeit bei über 95 %, die momentan noch von äußeren Faktoren wie Geräteposition, Lichtverhältnissen, etc. abhängt. Im Zusammenhang mit dem Umweltschutz werden diese Anwendungen auch dazu verwendet, Staus vorherzusagen und zu vermeiden, und dadurch umweltschädliche Emissionen zu reduzieren.

Zum anderen kamen viele GIS-Anwendungen dieses Jahr sogar auch zur Realisierung und Kontrolle der städtischen und bundesweiten Maßnahmen zum Einsatz, um die Pandemie zu bekämpfen. Behörden können raumbezogene Informationen wie Position und Anzahl der Personen an einem öffentlichen Standort ermitteln, um die Abstandsregeln zu überprüfen und dementsprechend darauf zu reagieren. Die vom Robert Koch-Institut (RKI) herausgegebene Corona-Warn-

App, die seit Juni 2020 zum Download verfügbar ist, wird zur Kontaktnachverfolgung der Bürger und Bürgerinnen verwendet, um die Infektionskette möglichst früh zu erkennen und zu stoppen. Diese speichert dabei kurzlebige Zufalls-codes anderer Geräte, die sich neulich in der Nähe des Geräts für eine gewisse Dauer befanden.

## 11 Big Data, Cloud-Computing und Künstliche Intelligenz

Das Problem, große Menge von Daten effizient zu speichern, zu verwalten und zu bearbeiten, ist eine der größten technischen Herausforderungen im jungen Bereich Big Data. Es erfordert nicht nur effizientere Algorithmen und Datenstrukturen, sondern auch starke Infrastrukturen. Mittlerweile sind die nötigen Technologien und Ressourcen aber etabliert, weiterentwickelt und ausgereift, sodass es kein grundlegendes Problem mehr darstellt, mit Big Data zu arbeiten. Diese Fortschritte wurden dieses Jahr auf der INTERGEO sehr deutlich in der Erdbeobachtung demonstriert, wo Petabytes von Satellitendaten kontinuierlich in hoch-effizienten Datenstrukturen gespeichert und analysiert werden können. Die raumzeitlichen Rasterdaten können z. B. in einem dreidimensionalen Data-Cube gespeichert werden, um später bei Bedarf einen Ausschnitt der Daten abrufen zu können.

Die großräumigen Infrastrukturprojekte stellen jedoch zurzeit eine Herausforderung für den effizienten Umgang mit großen Datenmengen dar. In diesem Zusammenhang ist Cloud-Computing eine vielversprechende Lösung. In Deutschland wächst Cloud-Computing so stark wie nie zuvor: Drei von vier Unternehmen, die mehr als 20 Mitarbeiter beschäftigen, nehmen Cloud-Dienste in Anspruch. Mit den Vorteilen, dass Cloud-Computing bei niedrigen Kosten hohe Skalierbarkeit anbietet, Effizienz steigert und kollaboratives Arbeiten ermöglicht, sind die Cloud-Dienste insbesondere für Start-ups, Kleinunternehmen und befristete Projekte von großer Bedeutung.

Die Cloud-Anbieter unterstützen diverse gängige Datenformate und ermöglichen die Datenfusion aus verschiedenen Quellen. Das Servicemodell, das ein »Gesamtpaket« von der Speicherung und Prozessierung bis hin zur Visualisierung und Freigabe der Daten in der Cloud beinhaltet, wird heutzutage von vielen großen Unternehmen angeboten. Je nach Anwendungsbereich liegt der Schwerpunkt allerdings auf unterschiedlichen Dienstleistungen. Während in der

Erdbeobachtung hohe Anforderungen an die Speicherung und Verarbeitung von Satellitenbildern gestellt werden, ist die Möglichkeit zum kollaborativen Arbeiten zwischen verschiedenen Fachgruppen insbesondere im Bereich Infrastruktur- und Asset-Management besonders wichtig. Ein weiterer Fokus liegt dieses Jahr auf amtlichen Lösungen in der Cloud. Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen (Adv) hat ein Test-Projekt »Adv-Cloud« gestartet, indem ein digitaler Ort allgemein zum Speichern und Verarbeiten von Vermessungsdaten in der Cloud eingerichtet wird. Die Bundesländer arbeiten gerade auch daran, das AFIS-ALKIS-ATKIS-Modell (AAA-Modell) über die bundesweit einheitliche Normbasierte Austauschschnittstelle (NAS) in die Cloud zu bringen. Zudem setzen auch Kommunen verstärkt auf Clouds, da sie z. B. aus Personalmangel oftmals nicht mehr in der Lage sind, Infrastrukturen und Geodatendienste selbst zu betreiben.

Im Bereich Künstliche Intelligenz (KI) lag der Fokus der diesjährigen INTERGEO mehr auf Deep Learning als den herkömmlichen Verfahren von Machine Learning. Beispielweise wird Deep Learning zur Erkennung der Straßen- und Siedlungsinfrastruktur sowie zur Klassifikation der Landnutzung und Detektion von Gebäuden in der Baufallerkundung eingesetzt. Die Anwendungsbereiche von KI werden immer breiter und diverser. Gleichzeitig lassen sich viele erforschte KI-Methoden in andere Forschungsbereiche übertragen, die ähnliche Datenstrukturen aufweisen. Beispielweise wird im EU-Projekt SILKNOW ein neuronales Netz zur Klassifikation von Bildern verwendet, um Seidenstoffe nach Ort, Zeit und Herstellungstechnik automatisch einzuordnen. Zur Eindämmung der Corona-Pandemie wird KI in vielen Bereichen eingesetzt, um die ergriffenen Maßnahmen wie Abstandsregeln und das obligatorische Tragen von Mund-Nasen-Masken besser zu kontrollieren.

### 12 Angebote und Geschäftsmodelle von Start-ups

Junge Unternehmen entstehen häufig als Spin-offs, also als Ausgliederung eines Geschäftsbereichs aus einem Kernunternehmen oder einer Forschungseinrichtung. Dabei werden die Start-ups neben den Mutterinstitutionen von Förderprogrammen des Bundes oder der Europäischen Union unterstützt. Vermehrt war zu sehen, dass Start-ups das Geschäftsmodell der cloud-basierten Dienste nutzen, um ihre Produkte zur Verfügung zu stellen. Häufig war dabei »Software

as a Service«, also die Bereitstellung von Software auf dem unternehmenseigenen Server über das Internet, zu finden. Die Produkte der Jungunternehmer\*innen handelten daher oft von der Automatisierung von Arbeitsschritten. Produkte von Unternehmen aus dem Bereich Internet of Things (IoT) waren häufig Plattformen für die Implementierung von Sensornetzwerken. Auch im Bereich Drohnentechnologie und leistungsstarke Sensoren für autonomes Fahren fanden sich neue Unternehmen.

### Fazit

Trotz der erschwerten Umstände bot das digitale Format der diesjährigen INTERGEO für Teilnehmer die Möglichkeit Informationen zu Neuheiten, Produkten und Entwicklungen zu erhalten. Die breitgefächerten Themen von Smart Cities über 3D-Stadtmodelle bis hin zu UAVs, KI-Technologien und vielen mehr verdeutlichten erneut die große Bandbreite der Branche. Wenngleich der persönliche Kontakt zwischen Ausstellern und Messteilnehmern durch Videokonferenzen nicht immer gleichwertig ersetzt werden konnte, so hatte die virtuelle Veranstaltung auch Vorteile. Wegfallende Anreizezeiten ermöglichten beispielsweise einem noch internationaleren Publikum die Teilnahme an der Veranstaltung. Das umfangreiche und interessante Vortragsprogramm, welches mit durchgängig hohen Zuschauerzahlen gut angenommen wurde, trug dazu bei, den fehlenden direkten Kontakt etwas aufzufangen.

Da in diesem Jahr weniger Aussteller vertreten waren als üblich und teilweise auch größere Vertreter der Branche fehlten, kann diese Trendanalyse nur einen Ausschnitt des Gesamtbildes aktueller Entwicklungen widerspiegeln. Dennoch sind momentane und sich andeutende kommende Trends erkennbar. So könnte ein zukünftiger Trend das Thema Blockchain sein. Mit Blockchains lassen sich Transaktionen transparent und fälschungssicher dokumentieren und zurückverfolgen. Erste weltweite Pilotprojekte existieren im Kataster- und Grundbuchbereich zur Dokumentation von Immobilien-Transaktionen. Mögliche Vorteile in der Blockchain-Technologie sind die Beschleunigung von Prozessen, aber für einige Länder auch die Vermeidung von Korruption. Weitere Projekte zum Ausloten der vielfältigen Möglichkeiten sind jedoch notwendig.

Die COVID-19-Pandemie wird auch Einfluss auf zukünftige Entwicklungen in der Geodäsie-Branche mit sich bringen. Während einerseits negative Aus-

wirkungen in der Bauwirtschaft oder bei Verkaufszahlen zu befürchten sind, bieten sich andererseits speziell im Bereich der Digitalisierung vielfältige Möglichkeiten, durch (aufgrund aktueller Umstände) beschleunigte Prozesse zu profitieren.

Die INTERGEO 2021 ist aktuell für den Zeitraum vom 21. bis zum 23. September 2021 in Hannover geplant. Es bleibt zu hoffen, dass die Messe dann wieder vor Ort stattfinden kann bzw. wenn nicht, dass auch Firmen, die dieses Jahr noch gezögert haben, die Messe ebenfalls mit ihrer virtuellen Präsenz bereichern.

Abschließend bedanken sich die Autoren beim Runden Tisch GIS e. V., der die Teilnahme an der virtuellen INTERGEO und die Erstellung der Trendanalyse ermöglicht hat. Die zahlreichen per Videokonferenz geführten Interviews mit Experten und Ausstellern haben maßgeblich zum Gelingen der Trendanalyse unter besonderen Umständen beigetragen.

### Kontakt

Christof Beil<sup>1</sup>, Hristiyan Dimitrov<sup>2</sup>, Zeyu Dong<sup>2</sup>, Nikola Kavelj<sup>2</sup>, Carine Khalil<sup>2</sup>, Tatjana Kutzner<sup>1</sup>, Felix Müller<sup>2</sup>, Son H. Nguyen<sup>1</sup>, Olaf Wysocki<sup>2</sup>

1 Lehrstuhl für Geoinformatik, Technische Universität München (TUM)

2 Studierende der Technischen Universität München (TUM)

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

Download

**zfv-Fachbeiträge**

Die einzelnen Fachbeiträge der zfv stehen etwa drei bis vier Wochen nach Erscheinen der zfv als PDF-Download unter [www.geodäsie.info](http://www.geodäsie.info) zur Verfügung.

## Fachveranstaltung

**Bericht über Frontiers of Geodetic Science (FrOGS), 13. bis 15. Oktober 2020**

Die diesjährige Frontiers of Geodetic Science auf der INTERGEO wurde online durchgeführt. Junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Studierende stellten in 18 qualitativ hochwertigen Vorträgen aktuelle Forschungsthemen vor. Die Vorträge waren entweder vorausgezeichnet oder wurden live gehalten und anschließend mit dem Publikum rege diskutiert. Neben dem klassischen Vortragsformat kamen auch innovative Beiträge, beispielsweise in einem Zwiegespräch um eine fiktive Geschichte, sehr gut an. Gut 75 % der Vorträge wurden in englischer Sprache gehalten. Ein herzlicher Dank geht an das diesjährige lokale Organisationskomitee um Prof. F. Neitzel und S. Weisbrich (TU Berlin).

Zur Eröffnung der FrOGS wurde der DGK-Wissenschaftspreis 2020 von DGK-Vorsitzenden Prof. H. Schuh an Herrn Dr. Kyriakos Balidakis (GFZ Potsdam) überreicht. Im anschließenden Vortrag berichtete der Preisträger aus seinen Arbeiten zur Fusion von Beobachtungen geodätischer Raumverfahren unter der Anwendung von numerischen Wetterdaten.

Im Themenschwerpunkt »Schwerefeld«, moderiert von Prof. A. Eicker (Hamburg), stellte B. Suesser-Rechenberg (TU Graz) die kinematische Orbitbestimmung mit dem sog. Raw-Observation Ansatz vor. C. Irrgang (GFZ Potsdam) berichtete über Verfahren des Deep Le-

arning zur Kombination von Satellitengravimetrie und Altimetrie. M. Schilling (DLR Hannover) diskutierte die Schwerfeldmodellierung um ein 10-Meter Atom-Interferometer. J. Garabonzo-Leon (U Costa-Rica) zeigte Ergebnisse zur Geoidbestimmung in Costa Rica.

Prof. F. Seitz (München) leitete die Session »Geodätische Referenzsysteme und Erdrotation« mit Beiträgen von P. Schreiner (GFZ Potsdam) zu Simulationsstudien zur Kolokation von geodätischen Raumverfahren auf einem Satelliten, einer Vorstellung der automatischen Berechnung der GNSS Daten der Referenzstation Ruthe mit GAMIT/GLOBK von I. Tamer (LU Hannover), der Analyse des Box-Wing Satellitenmodells für die präzise Bestimmung von GNSS-Satellitenbahnen von X. Chang (GFZ Potsdam), einer Untersuchung zu Stationsauflasteffekten beim Lunar Laser Ranging (V. Singh, LU Hannover) und Verbesserungen der Orbitbestimmung von CubeSatelliten mittels Geschwindigkeitsbeobachtungen (L. Müller, ETH Zürich).

Im Themenbereich »Ingenieurgeodäsie und GNSS« trugen A. Karimidooona (LU Hannover) zum Integrity Monitoring in RTK-Netzen vor, R. Borchert (HS Bochum) zum Konzept und Aufbau eines Mobile Mapping-Systems auf einem Lastenfahrzeug. D. Kulemann (LU Hannover) evaluierte verschiedene Bewegungsmodelle für die Flugnavigation

und M. Lösler (HS Frankfurt) ordnete die orthogonale Regression in die Ausgleichsrechnung ein. Die Session-Leitung hatte Prof. S. Schön (Hannover).

Die abschließende Session zu »Umweltmonitoring und Fernerkundung« (Leitung O. Hellwich, Berlin) beschäftigte sich mit Oberflächenreflektivität in Polarregionen (F. Krefß, TU Berlin), ionosphärischen Irregularitäten in äquatornahen Regionen (A. Kepkar, GFZ Potsdam), Monitoring von Atmosphäre und Ozeanen mit reflektierten GNSS-Signalen (M. Asgarimehr, GFZ Potsdam) und der Assimilation von verbesserten GNSS-Troposphärenprodukten in Wettermodellen (K. Wilgan, GFZ Potsdam).

In der von Prof. S. Schön moderierten Session »Positionale« trugen unter der Überschrift »GNSS Positionierung und Navigation – aktuelle und künftige Entwicklungen« Prof. L. Wanninger (TU Dresden) zu neuen Möglichkeiten der zentimetergenauen satellitengestützten Positionsbestimmung, Prof. M. Ge (GFZ Potsdam) zur Multi-GNSS Echtzeitpositionierung und M. Freitag (Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung Bayern) zu PPP-RTK vor. Vorträge von Dr. A. Mütterthies (EFTAS GmbH) und Dr. J. Rieken (Bezirksregierung Köln) beleuchteten die Mehrwerte der Copernicus-Dienste beim Umweltmonitoring im Altbergbau und in der Landesvermessung.

S. Schön, Hannover

## Fachveranstaltung

**13. Anwenderforum »Projektbezogene Auswertestrategien zur Verarbeitung von Punktwolken« in Würzburg und online**

Mehr als einhundert Teilnehmer haben sich am 30. Oktober 2020 über aktuelle Erfassungs- und Auswertestrategien von Punktwolken im Rahmen des 13. An-

wenderforums »Projektbezogene Auswertestrategien zur Verarbeitung von Punktwolken« an der Hochschule Würzburg-Schweinfurt informiert. Trotz der

allgemeinen Einschränkungen durch die Covid-19-Pandemie konnte diese Veranstaltungsreihe mit der gewohnten Teilnehmerzahl auch in diesem Jahr fortgeführt werden. In diesem Jahr wurde die Veranstaltung durch das Bildungswerk VDV, Fachgruppe 7 »Scan- und Bildmesstechniken«, die Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF), den AK »Aus- und Weiterbildung« und die Hochschule Würzburg-Schweinfurt (FHWS), Studienbereich Geo als hybride Veranstaltung durchgeführt. Mehr als neunzig Teilnehmer und Referenten nahmen online und zehn vor Ort in Würzburg an der FHWS teil.



Rekonstruktion der Büste von Conrad Röntgen als dünne Punktwolke, als Polygonnetz und texturiertes Modell (v. l.)

In zwei Themenblöcken referierten sechs eingeladene Vortragende über Neuigkeiten aus ihren Tätigkeitsfeldern. Der erste Block widmete sich dem Mobile Mapping.

Im Eröffnungsvortrag sprach Valentin Wich (FHWS, Würzburg) über »Ein Wissenstransferprojekt zur Planung und Durchführung von mobilen 3D-Vermessungen für kleine und mittlere Unternehmen«. Das über zwei Jahre für bayerische Unternehmen angebotene Weiterbildungsangebot der FHWS »Mobile 3D-Vermessung für kleine Unternehmen (MV3D4KMU)« hat die beteiligten Unternehmen regional und überregional gestärkt und so zur positiven Entwicklung der strukturschwachen Regionen in Bayern beigetragen.

Dejan Vasic (Universität Novi Sad, Serbien; Datadev Services GmbH, Soltau) stellte in seinem Vortrag »Mobile Mapping – Bring Reality to the Office« live aus Novi Sad (Serbien) die Vielfalt der Informationen vor, die einerseits in den Mobile Mapping Daten vorhanden sind und mittlerweile automatisch oder automationsunterstützt extrahiert werden können.

Den ersten Vortragsblock schloss der Beitrag »Never change a running system – Von Trimble Trident zu Trimble Business Center und TopoDot« der Cloud Vermessung+Planung GmbH ab, der von Frank Pöhlmann und Saskia Müller gemeinsam gehalten wurde. Der Beitrag zeigte eindrücklich, dass die Auswertung der Mobile Mapping Daten ein Tätigkeitsfeld ist, das einem rasanten Wandel unterliegt und einen hohen Grad an Spezialkenntnissen in der 3D-Modellierung, Ausgleichsrechnung und Auswertesoftware erfordert.

Der zweite Veranstaltungsblock startete nach der Pause mit der Übergabe des IB-Freisinger-Preises. Der IB-Freisinger-Preis wird seit einigen Jahren im Anwenderforum für eine herausragende Bachelorarbeit aus dem Themenbereich der Punktwolkenverarbeitung vergeben. Zunächst führte Henry Freisinger (Ingenieurbüro Freisinger, Forchheim) in den Preis ein. Insbesondere hob er die große Bedeutung der Abschlussarbeiten der Hochschulen für die in der Praxis tätigen Unternehmen hervor. Die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Hochschule sei für die Unternehmen sehr bedeutsam, um auf dem aktuellen Kenntnisstand von Technik und Methodik zu bleiben und so am Markt weiterhin wirtschaftlich erfolgreich zu operieren. Nach einer kurzen fachlichen Einführung in die Thematik der prämierten Arbeit überreichte Henry Freisinger den IB-Freisin-

ger-Preis 2020 an Oliver Reuß für seine Bachelorarbeit »Realisierung einer interaktiven Augmented-Reality-Applikation für Besucher der Röntgen-Gedächtnisstätte«.

Im nachfolgenden Fachvortrag stellte Reuß seine Arbeit im Detail vor, in der er zwei Exponate der Conrad-Röntgen-Gedächtnisstätte, Conrad Röntgens Büste und Hände, zunächst photogrammetrisch rekonstruierte und das vermaschte, kolorierte und ausgedünnte 3D-Modell (siehe Bild) dann mit Hilfe einer Game-Engine in eine Handy-App mit Zusatzinformationen zu den Objekten integrierte.

Im folgenden Vortrag berichtete Stephan Och (TPI Vermessungsgesellschaft mbH, Dreieich) in seinem »Projektbericht: Gebäudeaufnahme mit dem BLK2GO« zu praktischen Erfahrungen mit dem neuen Handheldscanner von Leica Geosystems. Insgesamt sei der BLK2GO ein flexibel einsetzbarer Laserscanner, der gerade in räumlich begrenzten Messsituationen sowie bei komplexen Verdeckungen seine Leistungsfähigkeit zeigt. Angekündigte Softwareerweiterungen (z. B. Visual SLAM) innerhalb des BLK2GOs werden die Technik in den nächsten Jahren noch interessanter machen.

In dem letzten Vortrag »Von Punkten zur Punktwolke mit einem modernen GNSS-Empfänger« stellte Oliver Balve (Leica Geosystems, Heerbrugg) den neuen GNSS-Empfänger GS18I von Leica Geosystems vor, der mit einer Kamera ausgestattet in der Lage ist, Fotos zu erstellen, die dann in der Infinity-Software zur Ableitung von 3D-Punktwolken genutzt werden können. Insgesamt zeigen die in den beiden letzten Vorträgen genutzten Vermessungsgeräte die in der Vermessung immer stärker werdende Verbreitung von Multisensorsystemen.

Alle Beiträge dieser Veranstaltung boten den Teilnehmern interessante und hochaktuelle Einblicke. Ein direkter Praxisbezug wurde jederzeit deutlich, sodass sich Auswirkungen auf die tägliche Arbeit vieler Teilnehmer ergeben. Insgesamt zogen die Teilnehmer wie auch Organisatoren ein positives Fazit dieser erstmalig hybrid durchgeführten Veranstaltung.

Die nächste Veranstaltung in dieser Reihe des Bildungswerks VDV, der DGPF und der FHWS, das 14. Anwenderforum »Projektbezogene Auswertestrategien zur Verarbeitung von Punktwolken« ist für den 29. Oktober 2021 wieder in Würzburg an der FHWS geplant.

*Ansgar Brunn, Würzburg*

## Geburtstag

### Prof. Reiner Rummel – zum 75. Geburtstag

Am 3. Dezember 2015 feierte Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Reiner Rummel seinen 75. Geburtstag. Er wurde im niederbayerischen Landshut geboren. Nach seinem Studium



Reiner Rummel

des Vermessungswesens an der Technischen Universität München (TUM) promovierte er 1974 in Darmstadt zum Thema stochastische Reihen und Funktionen in der physikalischen Geodäsie. Seine herausragende wissenschaftliche Karriere begann Reiner Rummel mit einem zweijährigen Forschungsaufenthalt als Post-Doc an der Ohio State University und danach als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut (DGFI). Im Jahr 1980 begann seine Karriere als Universitätsprofessor: Er wurde auf die Professur für Physikalische Geodäsie an die TU Delft berufen. Spätestens seit dieser Zeit pflegt er ein berufliches wie privates Nahverhältnis zu den niederen Landen. 1993 kehrte er, im Herzen und in der Sprache für immer mit seiner bayerischen Heimat tief verwurzelt, mit seiner Berufung zum Professor für Astronomische und Physikalische Geodäsie an die TUM zurück und leitete als Nachfolger von Prof. Rudolf Sigl und als mein Vorgänger bis 1999 das gleichnamige Institut an der TUM. In dieser Zeit übte er für drei Jahre auch das Amt des Dekans der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen (heute: Ingenieurfacultät Bau Geo Umwelt) aus. Wie in vielen anderen Bereichen auch war er in dieser Zeit Impulsgeber für eine strategische Weiterentwicklung der Fakultät und Brückenbauer zwischen in ihr beheimateten Disziplinen. 2011 wurde er Emeritus of Excellence und Carl von Linde Fellow des Institute for Advanced Study an der TUM.

Mit seinen visionären Ideen hat Reiner Rummel herausragende und bahnbrechende Beiträge für die moderne Geodäsie geleistet, sowohl was die Theorie- und Methodenentwicklung als auch deren praktische Umsetzung betrifft. Er zählt damit zu den herausragendsten und einflussreichsten internationalen Wissenschaftlern im Bereich der physikalischen



Bild: © ESA Medialab

Satellitenmission GOCE zur Bestimmung des globalen Schwerefeldes der Erde

Geodäsie. Aus einem bunten Kaleidoskop an Forschungsthemen und -interessen ragt mit Sicherheit die detailgenaue Bestimmung des Gravitationsfeldes der Erde mit modernen Satellitenverfahren noch ein Stück weit heraus. Mit seinen Arbeiten zur Gravitationsgradiometrie hat er das Fundament für die Satellitenmission GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer) der Europäischen Weltraumagentur ESA gelegt und deren Entwicklung und Durchführung an vorderster Front begleitet. Er war Principal Investigator der GOCE-Mission und Projektleiter der GOCE High-Level Processing Facility zur operationellen wissenschaftlichen Auswertung dieser Mission im Verbund mit zehn europäischen Forschungs- und Universitätsinstituten. In seiner Rolle als Leiter, Ideengeber und Koordinator dieses großen europäischen Forschungsverbunds bewies er mehreren beteiligten Forschergenerationen, dass wissenschaftliche Exzellenz und bayerischer Humor keine diametralen Gegensätze sein müssen.

Aber auch seine zahlreichen weiteren Forschungsfelder im Bereich der wissenschaftlichen Anwendungen des globalen Schwerefeldes spiegeln den Weltbürger mit bayerischen Wurzeln wider: Mit umfangreichen theoretischen Arbeiten zur Definition und Vereinheitlichung von Höhensystemen bemüht er sich darum, dass für seine internationalen Forschungspartner von Amerika bis China die Zugspitze gleich hoch ist wie für seine bayerischen Freunde. Und die Ergebnisse seiner richtungweisenden Arbeiten zur Mittleren Ozeantopografie und dem globalen Meeresspiegel sind gerade für seine zweite Wahlheimat, die Niederlande, in hohem Maße relevant.

Auch auf programmatischer Ebene hat sich Reiner Rummel weitreichende Verdienste erworben. Er war unter anderem Vordenker und Initiator des Global Geo-

detic Observing System (GGOS), dem Flaggschiffprojekt der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG), welches sich um die Integration aller geodätischen Beobachtungstechniken zur Realisierung eines hochgenauen und langzeitstabilen Referenzrahmens sowie eine ganzheitliche Betrachtung des Systems Erde und seiner zeitlichen Veränderungen bemüht. Mit dieser Initiative hat er die internationale erdwissenschaftliche Landschaft befruchtet und die IAG mit seinen Ideen umfassend modernisiert. An der TUM wurde, basierend auf seiner Initiative, der inter- und multidisziplinäre internationale Masterstudiengang SPACE (Earth-oriented Space Science and Technology) entwickelt und eingerichtet, der Satellitentechnologien mit Anwendungen im Bereich Navigation, Fernerkundung und Erdsystemforschung verbindet. In all diesen Aktivitäten und Initiativen spiegelt sich Reiner Rummels Wirken als Brückenbauer zwischen Disziplinen und unterschiedlichen Sichtweisen wider.

Reiner Rummel ist aber auch bekannt für seine mitreißenden, unkonventionellen Vorträge und Präsentationen. Seine Fähigkeit, selbst komplexe Zusammenhänge verständlich zu erklären, macht ihn auch zum begehrten und ausgezeichneten Botschafter des Wissenstransfers von der Wissenschaft hinein in die Öffentlichkeit und Politik. Wie oft schon kommen Sie aus einem Vortrag und haben das Gefühl, wirklich alles verstanden zu haben? Reiner Rummel macht es möglich, auch wenn er über Äquipotenzialfläche und Dreifachintegrale spricht.

Die Liste seiner Auszeichnungen ist lang und eindrucksvoll, und eine halbwegs vollständige Darstellung würde diesen Text sprengen, da er tatsächlich fast alle hohen Auszeichnungen, die ein Geodät auf Erden abräumen kann, wie ein gravitativer Attraktor angezogen hat. Er wurde unter anderem mit dem Heiskanen Award der Ohio State University (1977), der Vening Meinesz Medal der European Geophysical Society (1998), dem Bayerischen Verdienstorden (2008), dem Bayerischen Maximiliansorden für Wissenschaft und Kunst (2010) und der Soldnermedaille des Bayerischen Staats-

ministeriums der Finanzen (2012) ausgezeichnet. Der DVW, dessen Mitglied er ist, zeichnete ihn für seine Leistungen um das deutsche und internationale Vermessungswesen 2013 mit dem DVW-Preis aus. Seit 2016 ist Reiner Rummel auch Preisträger der Levallois Medal der IAG. Mit dieser hohen Auszeichnung, benannt nach dem französischen IAG-Generalsekretär der Jahre 1960–75 Jean-Jacques Levallois, würdigt die IAG alle vier Jahre herausragende Verdienste um die IAG und die Geodäsie im Allgemeinen. Im selben Jahr wurde ihm auch die Carl-Friedrich-Gauß-Medaille der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft für hervorragende wissenschaftliche Leistungen zugesprochen.

Dazu gesellen sich die Ehrendoktorwürden der TU Graz (2005), der Universität Bonn (2005), der Ohio State University (2013; mit einem persönlichen Händedruck durch den amtierenden US-Präsidenten Obama), und der Aristoteles-Universität Thessaloniki (2014).



Reiner Rummel bei der Verleihung der Ehrendoktorwürde der Ohio State University mit US-Präsident Barack Obama

Darüber hinaus ist Reiner Rummel seit 1989 Mitglied der Königlich Niederländischen Akademie der Wissenschaften, der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (seit 1997), der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (seit 2001), der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina (seit 2004) und der Leibniz Sozietät Berlin (seit 2008).

Reiner Rummel kann in seinen Rollen als herausragender Wissenschaftler, Brückenbauer, umsichtiger Vermittler und Wegbereiter für innovative Ideen getrost als einer der bedeutendsten Geodäten unserer Zeit bezeichnet werden. Jenseits dieser offiziellen Rollen habe ich Reiner als überaus bescheidenen, humorvollen, geselligen Familienmenschen und guten Freund kennengelernt. Jeder, der eine wissenschaftliche Frage oder ein persönliches Problem hat, wird bei ihm ein offenes Ohr finden.

Herzlichen Glückwunsch zum 75. Geburtstag, lieber Reiner!

Roland Pail, München

Nachruf

Zum Tod von Prof. Dr. Asim Bilajbegović



Bild: Uwe Ulrich Jäschke, Dresden

Asim Bilajbegović

Am 14. Dezember 2020 verstarb im 71. Lebensjahr unser hochgeschätzter ehemaliger Kollege Prof. Dr. Asim Bilajbegović in Zagreb (Kroatien). Von 1994 bis 2015 wirkte er als Hochschullehrer an der HTW Dresden, sein Spezialgebiet war die Satellitengeodäsie. Zahlreichen Jahrgängen von Studierenden hat er dieses nicht einfache Spezialgebiet geduldig vermittelt. Ebenso war er in der angewandten Forschung auf diesem Gebiet sehr aktiv und dadurch in der Fachwelt ein geachteter Experte.

Asim Bilajbegović wurde am 1. Januar 1950 in Čaplje an der Sana, Jugoslawien (Teilrepublik Bosnien und Herzegowina),

geboren. Bereits in der Schule fiel er durch außergewöhnlich gute Leistungen auf. Er erhielt wiederholt Auszeichnungen, so z. B. 1967 als »Bester Schüler Jugoslawiens«.

Prägend für sein Leben waren drei Länder und vier Städte:

- Bosnien und Herzegowina – Sarajevo
- Kroatien – Zagreb
- Deutschland – Bonn und Dresden

Nach dem Abitur, das er in Sarajevo ablegte, studierte er Geodäsie an der Universität Zagreb. Für seine hervorragenden Leistungen im Studium konnte er mehrfach ausgezeichnet werden. Später war er in Zagreb Assistent, Dozent, außerordentlicher und ordentlicher Professor und schließlich der jüngste Dekan in der Geschichte der Universität. Später ging er zu Prof. Wolf nach Bonn, um seine Dissertation zu verfassen und erfolgreich zu verteidigen. Schließlich folgte er 1994

einem Ruf als Professor für Satellitengeodäsie an die HTW Dresden. Dort wirkte er bis zu seiner Pensionierung im Jahr 2015. Gleichzeitig nahm er noch Lehraufträge und die Betreuung von Promovenden in Zagreb und Sarajevo wahr. Sicherlich war es für ihn nicht immer einfach, sich neben den umfangreichen Verpflichtungen auch um seine Familie in Zagreb zu kümmern.

Anlässlich seiner Verabschiedung veranstaltete die Fakultät Geoinformation im Juli 2015 ein Ehrenkolloquium. Dort wurde das vielseitige Wirken des allseits geschätzten Wissenschaftlers und Hochschullehrers durch die Darstellung seiner Persönlichkeit im Zusammenhang mit seinem beruflichen und wissenschaftlichen Werdegang ausführlich gewürdigt.

Die Fakultät Geoinformation der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden wird ihm ein ehrendes Andenken bewahren!

Jörg Zimmermann, Dresden

Nachruf

Nachruf auf Prof. Erik Grafarend (1939–2020)

Am 8. Dezember 2020 verstarb Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. tech. h. c. mult. Dr.-Ing. e. h. mult. Erik W. Grafarend, emeritierter Hochschullehrer der Universität Stuttgart, im Alter von 81 Jahren.



Erik W. Grafarend

Erik Wilhelm Grafarend wurde am 30. Oktober 1939 in Essen geboren. Wohl angeregt durch das bergmännisch geprägte

Umfeld in seiner Heimatstadt, entschied er sich für das Studium des Markscheidewesens an der Bergakademie Clausthal (heute TU Clausthal), das er 1964 mit dem Diplom abschloss. Bereits 1966 konnte er an derselben Universität seine Promotion vollenden; die Promotionsforschung befasste sich mit fehlertheoretischen Untersuchungen von Kreiseln. Es folgte ein Zweitstudium der Physik (bis 1968) ebenfalls in Clausthal-Zellerfeld, u. a. bei Prof. Ekkehart Kröner. Danach wechselte er zur Universität Bonn, wo er sich 1970 bei seinem verehrten Lehrer Prof. Helmut Wolf habilitierte und die

Venia Legendi für das Fachgebiet »Theoretische Geodäsie« erhielt; die Habilitationsschrift trug den Titel *Die Genauigkeit eines Punktes im mehrdimensionalen Euklidischen Raum*. Bereits im jungen Alter von 32 Jahren bekleidete er 1971 eine Apl. Professur am Institut für Theoretische Geodäsie der Universität Bonn. 1975 folgte er einem Ruf auf den Lehrstuhl »Astronomische und Physikalische Geodäsie« der Universität der Bundeswehr München. Schließlich wurde Prof. Grafarend 1980 als Nachfolger von Prof. Karl Ramsayer an die Universität Stuttgart berufen, wo er bis 2005 das Geodätische Institut leitete. Im Jahr 2003 erlitt er einen schweren gesundheitlichen Einbruch, der ihn zu einer einjährigen Schaffenspause zwang. Durch bewundernswerte Ausdauer und immensen Fleiß regenerierten sich sein Gedächtnis und seine kognitiven Fähigkeiten weitestgehend. Somit konnte er auch nach seiner Emeritierung 2005 seine Arbeit als Wissenschaftler und Buchautor nahezu unvermindert fortsetzen.

Prof. Grafarends Forschungstätigkeit beschränkte sich keineswegs auf die eigentliche Widmung seines Lehrstuhls. Bekannt für sein außerordentlich breites Interesse, befasste er sich mit einem weit gefächerten Themenspektrum: Physikalische

Geodäsie, Schätzverfahren, Statistik, geodätisches Netzdesign, Satellitengeodäsie, Differenzialgeometrie, Kartenprojektionen, Geokinematik, Erdrotation, Trägheitsnavigation, Referenzsysteme, Refraktion. Diese Themenvielfalt wird zum einen in einem umfangreichen Œuvre von etwa 350 Publikationen in einschlägigen wissenschaftlichen Zeitschriften und Konferenzbänden dokumentiert. Zum anderen hat Erik Grafarend der geodätischen Nachwelt eine Reihe von schwergewichtigen Lehrbüchern hinterlassen, darunter *Map projections: cartographic information systems* und *Applications of linear and nonlinear models: fixed effects, random effects, and mixed models*. Sein letztes, nahezu vollendetes Buchprojekt widmet sich der Gravitation.

Angesichts der Vielfalt und der schier Menge von Erik Grafarends Beiträgen können hier nur einige wenige Forschungsschwerpunkte und -ergebnisse kurz angerissen werden. Wegweisend waren seine Beiträge zur Geodätischen Netzoptimierung. Insbesondere forderte er die Homogenität und Isotropie der Varianz-Kovarianz-Matrizen kartesischer Netzkoordinaten. Damit übertrug er die Taylor-Kármán-Struktur der Hydromechanik auf die Geodäsie und schuf so eine

wichtige Grundlage für das Design von Kriterionmatrizen. Ebenso zählt er zu den Wegbereitern der 3D-Geodäsie: Traditionell wurden bei geodätischen Positionierungen die horizontale Lage und die Höhe eines Punktes getrennt bestimmt. Erst mit dem Aufkommen der satellitengestützten Messverfahren wurde es in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts möglich, eine 3D-Positionsbestimmung vorzunehmen, bei der alle drei Raumkoordinaten in einem Guss aus einer Ausgleichung der vorhandenen Beobachtungen bestimmt werden. Prof. Grafarend erarbeitete dazu notwendige Beobachtungsgleichungen und Lösungsverfahren; darüber hinaus erweiterte er die bekannten Verfahren der zweidimensionalen Lagebestimmung ins Dreidimensionale, indem er analytische Lösungen für nichtlineare Grundaufgaben wie Vorwärtsschnitt, Rückwärtsschnitt oder Bogenschnitt herleitete. Dazu verwendete er insbesondere Gröbner-Basen und den Buchberger-Algorithmus.

Während für die traditionellen geodätischen Messverfahren die Euklidische Geometrie als Grundlage der Modellbildung ausreicht, müssen bei den modernen geodätischen Raumverfahren auch relativistische Effekte berücksichtigt werden. Prof. Grafarend wollte als einer von sehr wenigen Geodäten die Quantifizierung dieser Effekte nicht den Systembetreibern überlassen, sondern verstand die relativistische Modellierung satellitengeodätischer Beobachtungen als ureigene geodätische Aufgabe. Er wäre im Übrigen mit einer Betrachtung der relativistischen Effekte als bloße Korrekturterme in einer ansonsten Euklidischen Modellierung keineswegs zufrieden gewesen. Während er sich selbst als Geodät verstand und stets die Eigenständigkeit der Geodäsie betonte und vertrat, war seine Denk- und Arbeitsweise doch weitestgehend durch seine theoretisch-physikalische Ausbildung geprägt. Aus dieser Sicht sind geodätische Beobachtungsgrößen wie Strecken, Richtungen, Schwerewerte oder nivellierte Höhen Funktionale der relativistischen Raum-Zeit-Metrik sowie des Schwerepotenzials und sollten entsprechend in einem ganzheitlichen Modell dargestellt werden.

Erik Grafarend gab sich nie mit pragmatischen Lösungen zufrieden, sondern legte großen Wert darauf, den jeweiligen Aufgabenkomplex zunächst gründlich zu kategorisieren und zu systematisieren. Konsequenterweise benutzte er übergreifende Lösungsprinzipien wie Variationsformulierungen, so z. B. bei der Bahnberechnung von Satelliten, wo er durch die Einführung bestimmter Semi-Metriken bzw. speziell angepasster Konnexionssymbole die An-

wendung des Maupertuis'schen Prinzips auch auf den Fall nichtkonservativer Kräfte ausdehnen konnte. Ebenso strebte er nach größtmöglicher Allgemeinheit und verzichtete so weit wie möglich auf die Einführung von Näherungen, Vernachlässigungen oder einschränkenden Nebenbedingungen. So legte er die Grundlagen für eine Verallgemeinerung des sphärischen Stokes-Problems im Sinne einer ellipsoidischen Formulierung. Sein Streben nach Allgemeinheit, Vollständigkeit und Systematisierung führte dazu, dass seine Arbeiten zunehmend enzyklopädischen Charakter gewannen. So war es naheliegend, dass er die Edition der *Encyclopedia of Geodesy* übernahm. Damit wird zum ersten Mal seit 50 Jahren, nämlich seit dem Standardwerk von Jordan, Eggert und Kneissl, wieder der Versuch unternommen, den Stand der geodätischen Forschung und deren mathematisch-physikalische Grundlagen in einem einheitlichen Werk darzustellen. Sein Streben nach Systematisierung zeigt sich auch in seiner wissenschaftlichen Notation, die zum großen Teil die Bezeichnungsweise der modernen Differenzialgeometrie und der Kontinuumsmechanik übernimmt und viele historisch gewachsene Bezeichnungen in der Geodäsie als wenig expressiv und ad hoc erscheinen lässt. So legte er beispielsweise Wert darauf, dass Schwere- und Potenzialstörungen bzw. -anomalien als Analoga oder gar Spezialfälle der aus der Kontinuumsmechanik bekannten Eulerschen bzw. Lagrange'schen Inkremente betrachtet und als solche notiert werden sollten. Es dürfte noch einige Generationen dauern, bis sich diese Auffassung in der Geodäsie durchsetzt.

Die geodätische Ausbildung an deutschen Universitäten hat seit jeher einen Spagat zu bewältigen: Einerseits soll sie zum wissenschaftlichen Arbeiten befähigen, andererseits soll sie die Voraussetzungen zum Eintritt in den höheren vermessungstechnischen Dienst schaffen. Als Hochschullehrer vertrat Prof. Grafarend konsequent den wissenschaftlichen Anspruch der Geodäsie. Darüber hinaus gab er in seinen Vorlesungen modernen Forschungsaktivitäten und -ergebnissen breiten Raum. Wer bei ihm studierte, bekam nicht nur eine solide geodätische Grundlage vermittelt, sondern hatte auch den Geschmack der modernen mathematischen Physik auf der Zunge. Die Anforderungen, die Erik Grafarend an seine Studierenden und Doktoranden stellte, mögen allerdings so manchem schlaflose Nächte bereitet haben. Im Übrigen ermunterte er seine Doktoranden, auch akzeptierte wissenschaftliche Ergebnisse kritisch zu prüfen — er selbst fand einiges

Vergnügen daran, althergebrachte Lehrmeinungen der Geodäsie zu hinterfragen oder gar zu widerlegen.

Das geodätische Wirken von Prof. Grafarend hat Zeit seines Lebens in hohem Maße Anerkennung gefunden. 1975 wurde ihm der gerade ins Leben gerufene und prestigeträchtige Bomford-Prize der International Association of Geodesy verliehen. Er erhielt zahlreiche Ehrendoktorwürden und Honorarprofessuren von in- und ausländischen Universitäten: Königliche Technische Hochschule in Stockholm (1989), TU Darmstadt (1996), TU Budapest (1998), Universität der Bundeswehr in München (2000), Universität Teheran (2002), Universität von Navarra in Pamplona (2014). Er war Mitglied in verschiedenen Gelehrtenvereinigungen: der Deutschen Geodätischen Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, der Finnischen Akademie der Wissenschaften, der Ungarischen Akademie der Wissenschaften sowie der Österreichischen Geodätischen Kommission.

In verschiedenen Funktionen hat Erik Grafarend in den Gremien der nationalen und internationalen Geodäsie Weichen gestellt. Innerhalb des DVW gründete er den Arbeitskreis 7 »Experimentelle, Angewandte und Theoretische Geodäsie«; der Name war für ihn Programm. Als Leiter des AK 7 verankert er dann die schon früher von ihm gegründete Geodätische Woche in der INTERGEO. Diese erfolgreiche Veranstaltungsreihe, die vor zwei Jahren in *Frontiers of Geodetic Science* umbenannt wurde, richtet ein spezielles Augenmerk auf den wissenschaftlichen Nachwuchs. Auch in internationalen Fachgremien und auf Konferenzen war Erik Grafarend präsent und leidenschaftlich engagiert. In der IAG leitete er diverse Special Study Groups und wurde 1983 für vier Jahre zum Präsidenten der IAG Section IV »General Theory and Methodology« gewählt. Als Gründungsherausgeber gehörte er seit 1980 dem Editorial Board der Zeitschrift *manuscripta geodaetica* an, die später mit dem *Bulletin Géodésique* zum *Journal of Geodesy* vereinigt wurde.

Die internationale Vernetzung war für Prof. Grafarend immer ein besonderes Anliegen. Kürzere und längere Lehr- und Forschungsaufenthalte verbrachte er beispielsweise in Columbus, Teheran, Wuhan, Sydney, Bandung, Uppsala, Stockholm und, immer wieder, Helsinki. Zahlreiche internationale Spitzenwissenschaftler der jüngeren Generation wurden von ihm dazu motiviert, u. a. mittels Förderung durch die Alexander von Humboldt-Stiftung, mit ihm in

Stuttgart zu forschen. In Anerkennung seiner besonderen Verdienste in der Förderung der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit wurde ihm 2000 die Werner Heisenberg-Medaille der Humboldt-Stiftung verliehen.

Mit Prof. Erik W. Grafarend verlieren wir einen Leuchtturm der Geodäsie mit

internationaler Strahlkraft. Er war ein herausragender Wissenschaftler, dessen Interessen und Produktivität kaum Grenzen kannten, und dessen Beiträge untrennbar mit der Entwicklung der modernen Geodäsie verbunden sind. National wie international wurde er geschätzt als Kollege, als Lehrer und, für viele die ihn kannten,

als Freund. Seine wissenschaftliche Laufbahn hätte ihn durchaus in die Physik oder Geophysik führen können. Glücklicherweise wurde die Geodäsie zu seiner Heimat.

*Nico Sneeuw und Johannes Engels,  
Stuttgart*

## Nachruf

### Prof. Dr.-Ing. Siegfried Heitz verstorben



Siegfried Heitz

Am 31. Dezember 2020 verstarb nach langer Krankheit Prof. Dr.-Ing. Dr. e.h. Siegfried Heitz, emeritierter Professor für Astronomische, Physikalische und Mathematische Geodäsie an der

Universität Bonn, im Alter von 91 Jahren.

Siegfried Heitz, geboren am 9. September 1929, studierte zuerst in München und dann 1953 bis 1956 Vermessungswesen an der Universität Bonn, und promovierte 1958 bei Prof. Helmut Wolf mit einer Arbeit im Bereich der konformen Abbildungen. Von 1962 bis 1965 war er Dozent an der Ingenieurschule für Bauwesen in Essen und von 1966 bis 1972 leitete er die Abteilung Geodäsie des Instituts für Angewandte Geodäsie (das heutige Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) in Frankfurt/Main. 1972 wurde Siegfried Heitz zum ordentlichen Professor für Höhere Geodäsie und Astronomie an die TU Berlin berufen. Danach war er von 1980 bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1994 als Professor für Astronomisch-Physikalische und Mathematische Geodäsie an der Universität Bonn tätig. 1993 erhielt er die Ehrendoktorwürde der Universität Stuttgart für seine hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen. Danach blieb er als Emeritus noch etwa zehn Jahre lang im Institut für Theoretische Geodäsie (heute eine Abteilung des Institutes für Geodäsie und Geoinformation) aktiv.

1980 wurde am Institut für Theoretische Geodäsie erstmals eine Professur für Astronomisch-Physikalische und Mathematische Geodäsie eingerichtet. Siegfried Heitz hatte sich damals bereits intensiv mit der astronomischen Geodäsie – man würde heute vermutlich sagen der Theorie und Realisierung von Bezugssystemen einschließlich des Geoides mit Hilfe von Lotabweichungsmessungen – befasst. Mit

ihm begann sich die Integration von physikalischer, geophysikalischer und geodätischer Modellbildung zu einem originären Forschungsthema in Bonn zu entwickeln. In Zusammenarbeit mit Manfred Bonatz wurden beispielsweise die Dynamik und insbesondere die Gezeiten elastischer Erdkörpermodelle zum Untersuchungsgegenstand. Er befasste sich ebenfalls sehr früh mit der Integration von physikalischen Theorien im Grenzbereich der damaligen geodätischen Messgenauigkeit, wie beispielsweise bei den allgemein-relativistischen Modellen für Signalausbreitung und Bewegung von Satelliten sowie den Modellen der Quantenmechanik als Grundlage geodätischer Sensoren. Aus heutiger Sicht haben sich diese frühen Arbeiten sicher als visionär erwiesen. Schließlich nahm die Forschung auf dem Gebiet der integrierten Analyse geodätischer, radaraltimetrischer und ozeanographischer Messungen und Modelle, die er mit Karl-Rudolf Koch gemeinsam betrieb, später breiten Raum ein.

Die Lehrbücher von Siegfried Heitz erfassen nahezu alle Bereiche der Höheren wie der Experimentellen Geodäsie. In der »Mechanik fester Körper« (2 Bände), den »Koordinaten auf geodätischen Bezugsflächen« sowie »Coordinates in Geodesy«, und insbesondere später dann in den »Grundlagen der Physikalischen Geodäsie« und einer Monographie über »Grundlagen der Quantenfeldtheorie mit Anwendungen in der Quantenelektrodynamik« setzte er sich mit allen wichtigen Theorien von der Atom- und Quantenphysik (mit Blick auf die geodätische Sensorik) und der Allgemeinen Relativitätstheorie über die klassische Mechanik, Himmelsmechanik und Geophysik wie der Geometrie auseinander. Sein Ziel war es immer, die Fragestellungen der Geodäsie, von der globalen Modellbildung über die Entwicklung neuer Messtechniken bis hin zu den Koordinatentransformationen und Abbildungen in einen weiteren Rahmen einzubetten. Seine Ideen sind aktueller denn jemals.

Charakteristisch für Siegfried Heitz' Verständnis der Geodäsie war, dass er die geodätische Modellbildung immer im Kontext von Mathematik, Physik, Astronomie und Geowissenschaften begriffen hat. Ein Kennzeichen seines Wirkens war es, schwierige Sachverhalte von den fundamentalen Grundprinzipien ausgehend bis hin zu den Anwendungen »aus der Breite in die Tiefe« zu besprechen. Ein unverkennbares Merkmal seiner Schriften ist die konsequente Nutzung des Ricci-Kalküls der Tensorrechnung. In diesem Sinne besaß er ein umfassendes und ganzheitliches Verständnis von Geodäsie, und seine Art, Wissenschaft durch Neugierde getrieben zu betreiben, stand durchaus im Kontrast zur heute unvermeidlichen Drittmittelforschung. Sein wissenschaftliches Arbeiten war geprägt von Kreativität, scharfer Analyse, Nüchternheit, und schonungsloser Offenheit.

Professor Siegfried Heitz prägte Lehre und Forschung der Bonner Geodäsie in nachhaltiger Weise. Er war um die Förderung junger Wissenschaftler bemüht und konnte viele von ihnen erfolgreich bis zur Promotion begleiten. In seinem Auftreten war er dabei immer bescheiden. Er war immer geradlinig, ein leidenschaftlicher Geodät und eine Autorität seiner Zeit. Siegfried Heitz gehörte als Schüler von Helmut Wolf zur wissenschaftlichen Pyramide seiner Zeit und er hat, zusammen mit Karl-Rudolf Koch und Manfred Bonatz, Bonn zu einem Zentrum der Theoretischen Geodäsie entwickelt.

Die Universität Bonn, die Landwirtschaftliche Fakultät und das Institut für Geodäsie und Geoinformation verlieren mit Professor Siegfried Heitz einen international angesehenen Wissenschaftler. Wir trauern um einen Lehrer und Kollegen, dessen Persönlichkeit uns fehlen wird. Wir wünschen seiner Familie, insbesondere seiner Frau Christa, Kraft in dieser schwierigen Zeit.

*Jürgen Kusche, Bonn*

Nachruf

## Trauer um Ministerialdirektor a. D. Dr. jur. Dipl.-Ldw. Friedrich Quadflieg

(18. Mai 1932 – 5. Januar 2021)

### Ohne Quadflieg keine Landentwicklung

Ich entsinne mich: Es war vor rund drei Jahren, als ich zuletzt mit dem »großen« Friedrich Quadflieg über den Begriff Landentwicklung sprach, »großen« für mich deshalb, weil er wahrhaft Großes und Pionierhaftes geleistet hat für die Flurbereinigung, Dorferneuerung, Landschafts- und Landentwicklung und somit auch für jenen geodätischen Berufszweig und Berufsstand, der sich seit alters her mit der zeitgemäßen Verbesserung der Lebens- und Arbeitssituation der Landbewohner und ihrer Kommunen befasst. Heute heißen die übergeordneten Schlagworte dazu: Gleichwertige Lebensbedingungen in Stadt und Land und Räumliche Gerechtigkeit für den ländlichen Raum.

Dass Vertreter unseres geodätischen Berufsstands im politischen und fachlichen Konzert hierbei überhaupt mitreden können und ernst genommen werden, wie Mitgliedschaften in diversen Beiräten und Enquetekommissionen oder Teilnahmen an Anhörungen hochrangiger politischer Gremien zeigen, haben sie dem Mann zu verdanken, der nun nach langem, tapfer ertragenem Leiden im 89. Lebensjahr von uns gegangen ist: Friedrich Quadflieg, der hochkompetente Landwirtschaftsexperte und so vielseitige Jurist, der Schöpfer des bis heute geltenden neuen Flurbereinigungsgesetzes von 1976 und langjährige Flurbereinigungschef beim Bund. Frühe und deutliche Zeichen seines über die bloße Praxis hinausführenden Interesses und künftigen Weges, der ihn 1967 vom Landesamt in Münster ins Bonner Ministerium führte, hat er im selben Jahr in seiner Doktorarbeit an der berühmten juristischen Fakultät der Uni Münster markiert, die sich mit dem Status der Teilnehmergeinschaften nach dem FlurbG als Genossenschaften des öffentlichen Rechts beschäftigte. Er hätte natürlich danach ein berühmter Rechtsprofessor werden können, aber ihn reizte mehr das Gestalten, das politische Geschäft, das Entscheiden vorher und im Moment und nicht ex post!

Der Verfasser dieses Nachrufs weiß, wovon er spricht: Mit seinem gegen viele Widerstände aus allen Richtungen und mit überlegener Strategie, aber auch viel politischer Raffinesse durchgedrückten neuen Flurbereinigungsgesetz hat Quadflieg einer ganzen Flurbereinigergeneration das Tor zu einer neuen strahlenden

Zukunft eröffnet: Weiterentwicklung von der Landwirtschaft hin zu den neuen Aufgaben der Landeskultur, Dorferneuerung und Landentwicklung – immer aber gestützt auf die einzigartigen bodenordnerischen und planerisch-rechtlichen Möglichkeiten der klassischen Flurbereinigung, die ja gerade in seiner Münsterländer Heimat eine besondere Geschichte (Generalkommission 1821) und große Bedeutung (Landesamt für Flurbereinigung und Siedlung bzw. für Agrarordnung) hatte.

Und damit ja keine Zweifel oder gar Rückfälle auftauchen, hat er nicht nur, wo es nur ging, persönlich an Ort und Stelle die »Zeitenwende« erklärt – so z. B. bereits drei Monate nach Inkrafttreten des FlurbG im März 1977 als Keynote-Redner beim ersten bundesdeutschen Seminar zur Dorferneuerung in der Flurbereinigung an der TUM –, sondern hat sogleich sein zweites, allerdings unvollendetes Meisterstück gestartet: den »Quadflieg Kommentar« zum FlurbG. Unvollendet deshalb, weil er ihn deutlich zu weit angelegt hat (er wusste so viel und wollte alles erklären). Der geplante riesige Umfang konnte aber von ihm allein und Partner nicht mehr bewältigt werden, zumal er ja in der Ministerialbürokratie höher und höher stieg und sich letztlich als Abteilungsleiter viel um Brüsseler Agrarfragen kümmern musste. Auch die Minister, angefangen von dem ihn besonders schätzenden und beanspruchenden Josef Ertl über Ignaz Kiechle bis hin zu Jochen Borchert, wussten sehr wohl, was sie an diesem enorm gescheiterten, alle komplexen Probleme rasch durchdringenden und überlegen diskutierenden Juristen und Agrarfachmann hatten. Mancher beanspruchte ihn oft auch in privaten Dingen.

Aber immerhin hat er wichtige Kommentarkapitel mit seinem immensen Hintergrund- und Insiderwissen selbst geschrieben, darunter die entscheidenden zu § 1 und § 37 FlurbG mit ihrer seitdem gültigen Hierarchie der modernen Aufgabentrias Verbesserung der Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Land- und Forstwirtschaft sowie darauf aufbauend Förderung der allgemeinen Landeskultur und – schließlich als Krönung – Förderung der Landentwicklung. Die Einführung und Definition des Begriffs Landentwicklung war ein Geniestreich! Auch wenn die Übersetzung und Übertragung in andere Sprachen, Kon-



Bild: privat

Friedrich Quadflieg

texte (z. B. UNFAO) und Länder nach wie vor semantische und linguistische Schwierigkeiten bereitet (auch für deutsche Flurbereinigungsgremien!), so war die Neuschöpfung des enigmatischen Begriffs Landentwicklung der »Quantensprung der deutschen Flurbereinigung«, den wir jüngere Kollegen mit Begeisterung vollziehen wollten. Die Umformulierung des FlurbG zum Landentwicklungsgesetz, wie von vielen später gefordert, blieb ihm allerdings verwehrt – vielleicht wollte er es aber auch gar nicht mehr so heftig betreiben, weil ihm klar war, dass das Momentum der 70er-Jahre vorbei war und bei einem Neustart sein so kunstvoll komponiertes Gesetz womöglich wieder auseinandergefliegen wäre im Sturm der zeitlos gebliebenen bäuerlichen, ökologischen und städtebaulichen Begehrlichkeiten, Eifersüchte und Angriffe. Es war schwierig genug, später zusammen mit Ernst Christian Läßle wenigstens den § 86 FlurbG neu zu deuten und zeitgemäß mit dem Begriff Landentwicklung zu unterlegen.

### Ohne Quadflieds Hilfe keine umfassende Landschaftsplanung in der Flurbereinigung

Wie stark die Gegenkräfte waren und wie wichtig ein Friedrich Quadflieg beim Abwehren der Angriffe war, zeigte sich beim jahrelangen Streit zwischen den Flurbereinigern und den amtlichen Naturschützern (LaNa) um die Frage, wer darf denn überhaupt Landschaftsplanung machen und wer nur teilweise. Es waren Quadflieds überlegene Argumentation sowie Gesetzeskenntnis und -auslegung, die der Flurbereinigungsseite dazu verholften hat, dass auch sie Landschaftsplanung innerhalb ihrer Verfahren machen konnte und nicht nur Ausgleichs- oder Begleitpflanzungen wie z. B. die Straßenbauer. Die »siegreichen« Mitglieder der ArgeFlurb-

Delegation waren Friedrich Quadflieg, Hans-Dieter Borges, Manfred Donie und Holger Magel.

Auch beim traditionellen Streit mit den Jägern war Quadflieg – selbst ein begeisterter Jäger wie sein dienstlicher Liebling und Zögling Karl Friedrich Thöne – der unumstrittene Herr im Ring. Ergebnis: eine ausgewogen hilfreiche und eben keine Kampfschrift zum Thema Flurbereinigung und Wild.

Der Name Friedrich Quadflieg ist auch untrennbar verbunden mit der von ihm 1977 zusammen mit DDr. Wilhelm Abb, Günther Strößner und anderen betriebenen Gründung der Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb), in der er viele Jahre auch maßgeblich als Vorsitzender des Ausschusses für Verwaltung und Recht und vieler Arbeitsgruppen sowie zuletzt als höchstrangiger Vertreter des Bundes im Plenum mitwirkte. Es war sicher eine besondere und späte Genugtuung für Quadflieg, dass sich die ArgeFlurb 1998 seinem Geniestreich folgend in ArgeLandentwicklung umgetauft hat, ebenso wie viele Lehrstühle und Verwaltungen.

Friedrich Quadflieg hat tiefe und bleibende positive Spuren hinterlassen, was

der jetzigen Generation wohl gar nicht mehr konkret bewusst ist. Sie agiert auf gesichertem Terrain, das von Quadflieg und seinen Mitstreitern, mit denen er zudem menschlich nahe verbunden war, wie z. B. im von ihm mitbegründeten und bis heute existierenden sog. Colmberger Kreis, geebnet wurde. Er war ein begnadeter und überaus charmanter Unterhalter! Als jüngerer Kollege konnte man ihm und seinen speziellen Freunden Strößner, Borges und Roeloffs stundenlang zuhören, wenn sie die legendären jährlichen GFL-Beiratssitzungen zur Entspannung und zu kollegialem »Flachs« nutzten.

Unvergessliches leistete »der Quadflieg« auch im Zuge der Wiedervereinigung, bei der sein gesamtes überlegenes rechtliches und praktisch-fachliches Flurbereiner- und Landwirtschaftswissen zur Lösung neuartiger Problemstellungen (Landwirtschaftsanpassungsgesetz etc.) gefragt war.

Typisch für Länderkollegen, in deren Heimat neben den Verwaltungen auch starke ÖbVI agieren, war Quadflieg gleichzeitig ein hochkompetenter Fachmann der städtebaulichen Umlegung als jahrzehntelanger Vorsitzender des Umlageausschusses in Coesfeld. Er konnte

deshalb virtuos zwischen ländlicher und städtischer Bodenordnung argumentieren und agieren.

Holger Magel als Vertreter aller Länderchefs hat ihm bei seinem dienstlichen Abschied von der ArgeFlurb im Dezember 1996 einen gebührenden Kranz geflochten, nachzulesen im Jahresbericht 1996 der ArgeFlurb.

Nun, da Friedrich Quadflieg nicht mehr lebt, sei der Abschiedswunsch aus der damaligen Verabschiedung aus der von ihm sehr geschätzten Runde der da längst wiedervereinigten Flurbereinerkollegen aller Länder wiederholt. Er stammt vom großen Johann Heinrich von Thünen:

»Friede mit sich und der ganzen Welt, Liebe und Achtung so vieler – dies sind Güter, die schwer wiegen, wenn von Lebensglück die Rede ist und die für manches Fehlende einen Ersatz geben können.«

Friedrich Quadflieg durfte im Bewusstsein dieser Liebe und Achtung vieler von dieser Welt gehen. Er wird unvergessen bleiben.

Seiner Frau gilt unser aller Mitgefühl.

*Holger Magel, München*

## Buchbesprechung

Sophie Binder

### Flurbereinigungsplanung und Ökosystemschutz als Rechts- und Governance-Problem



426 Seiten, Softcover, Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Nachhaltigkeitsforschung, Band 27, Metropolis-Verlag, Marburg, 2019, 39,80 € (Buch) bzw. 32,64 € (E-Book)

ISBN 978-3-7316-1348-0 (Buch u. E-Book)

Die vorliegende Monographie beruht auf der von Sophie Binder am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) erstellten und an der Universität Leipzig eingereichten Dissertation.

Die Studie ist im Wesentlichen zweiteilig aufgebaut. Im ersten Teil stellt die Autorin unterstützt durch zahlreiche Statistiken die aktuelle Flurbereinigungstätigkeit in Deutschland dar und beschreibt den Wandel von einer vorwiegend agrarisch hin zu einer ökonomisch-ökologisch ausgerichteten Neuordnungstätigkeit. Dieser Teil des Buches ist vor allem für »Nicht-Flurbereiner« interessant, um einen Überblick über die ländliche Bodenordnung in Deutschland zu gewinnen und mehr über ihre vielfältigen Leistungen zur nachhaltigen Kulturlandschaftsentwicklung zu erfahren. Die ausführliche Schilderung dürfte vielen Flurbereinigungskritikern die Augen dafür öffnen, wie umfangreich heute Landschaftspflege in der ländlichen Bodenordnung betrieben wird und Belange des Biotop- und Artenschutzes unterstützt werden.

Im zweiten Teil der Studie wird versucht, den Anwendungsbereich des FlurbG zu erweitern. Die Autorin vertritt die Auffassung, dass § 4 FlurbG kein wirtschaftliches Interesse verlangt, sondern nur »ein flächennutzungsbezogenes und objektiv zu beurteilendes allgemeines

Neuordnungsinteresse aller Beteiligten« (S. 252). Dies ist eine ganz neue Sichtweise und soll nach dem Motto »Ökologie ist Langzeitökonomie« den generellen Einsatz der Flurbereinigung für den Ökosystemschutz ermöglichen. Dieser Ansatz erscheint überzogen, weil er im offensichtlichen Widerspruch zur Intention der FlurbG-Novelle von 1994 und zur mittlerweile gefestigten Rechtsprechung zum Landentwicklungsverfahren nach § 86 FlurbG steht. Insofern ist der Vorschlag, der Flurbereinigung auch im Bereich der allgemeinen Landeskultur und der Landentwicklung eine eigene Planungskompetenz einzuräumen und sie nicht nur auf die Förderung dieser Ziele zu beschränken, wenig überzeugend.

Trotzdem kann das Buch empfohlen werden. Es bietet einen lesenswerten Überblick zur modernen Flurbereinigung und räumt mit den auch heute noch bestehenden Vorurteilen gegenüber der ländlichen Bodenordnung gründlich auf.

*Karl-Heinz Thiemann, München*