

# Geodätisches Kolloquium an der Universität Stuttgart im Wintersemester 2023/2024

Die Institute der Studiengänge Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Stuttgart und der Landesverein Baden-Württemberg des DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V. laden alle Freunde der Geodäsie, Kollegen sowie Mitglieder des DVW zu den folgenden Veranstaltungen ein:

## Donnerstag, 7. Dezember 2023

Achim Hoth

Vialytics GmbH

*Startup vialytics: Straßenraummanagement mit künstlicher Intelligenz*

## Donnerstag, 11. Januar 2024

Prof. Alexander Reiterer

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM und Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Nachhaltige Technische Systeme INATECH

*Die Entwicklung von Laser-basierten Multi-Sensorsystemen – Von der Idee zum anwendungsspezifischen Komplettsystem*

## Donnerstag, 1. Februar 2024

DVW-Nachwuchskolloquium – Success Stories Geodäsie

Absolventen der geodätischen Studiengänge, Universität Stuttgart

Die Vorträge finden jeweils am Donnerstag ab 16 Uhr im Tiefhör-saal M17.01 der Universität Stuttgart, Gebäude KII, Eingang Keplerstraße 17, statt.

### Weitere Informationen unter:

<https://www.gis.uni-stuttgart.de/kolloquium>

## CWA 18046 – Positionsmarkierungen für digitale Anwendungen auf Baustellen, für Strukturmonitoring und BIM-Anwendungen

Präzise Positionsmessungen auf Baustellen oder in überwachten Bestandsbauten liegen in der Regel in der Verantwortung von Vermessungsingenieuren. Deren Netz von Vermessungspunkten dient als Grundlage für alle weiteren Messungen. Allerdings gibt es derzeit keinen standardisierten Prozess, um diese Positions- und Geometrieinformationen anderen Baubeteiligten zur Verfügung zu stellen.

Mit dem CEN Workshop Agreement (CWA) 18046 haben nun Bau- und Vermessungsingenieure, Drohnenwissenschaftler, VR-Spezialisten, BIM-Manager und BIM-Software-Spezialisten genau dafür spezielle Positionsmarker entwickelt und die entsprechenden Prozesse beschrieben. Im Fokus stand eine einfache, praktische Lösung, die den Projekten zudem ausreichend Freiheit zur Anpassung auf ihre Bedürfnisse gewährt.

Die Digitalisierung der Baubranche hat zahlreiche neue digitale Technologien auf die Baustellen und in die bestehende Infrastruktur gebracht. Dabei reicht das Spektrum von einfachen digitalen Messungen, Laserscanning und Qualitätskontrollen über die Navigation von Robotern und (teil-)autonomen Fahrzeugen bis hin zu Visualisierungsaufgaben mittels Augmented- und Virtual-Reality-Systemen (AR/VR). Jede dieser Anwendungen ist auf präzise Geometrieinformationen über ihre eigene Position und Ausrichtung angewiesen. Es

gibt jedoch derzeit keine gemeinsamen Standards: Die Geräte und Anwendungen nutzen verschiedenste, oft proprietäre optische Muster, sogenannte „Tags“ – am bekanntesten sind die schwarz-weißen Schachbrettzielmarken, wie sie im Laserscanning verwendet werden. Zudem verwenden die Applikationen auch jeweils eigene Datenformate und Verarbeitungsstrategien. Dadurch findet sich heute in Baustellen eine Vielzahl unterschiedlichster, verstreuter Markierungen, die nur jeweils für eine Firma nutzbar sind und die auch nur grob eingemessen wurden.

Hier bieten nun die Positionsmarker des CWA 18046 eine gute Lösung, um die präzise Vermessung den anderen Gewerken zur Verfügung zu stellen.

Das CWA gibt zwar Empfehlungen für die Gestaltung der Marker, es erlaubt aber große Freiheit bezüglich ihrer Gestaltung. Sie können so problemlos auf besondere Projektbedürfnisse angepasst werden.

Im Workshop Agreement werden

- die Eigenschaften geeigneter Positionsmarker definiert und Beispiele gegeben,
- aufgezeigt, wie im Projektverlauf präzise Positionsdaten für beliebige, benötigte Tags bereitgestellt werden können,
- eine einfache, automatisierte Datenübertragung mittels Auslesetags, z. B. QR-Codes, definiert,

- ein einfacher, minimaler Datensatz sowie optionale weitere Datenfelder beschrieben.

Die Positionsmarker und deren Verwendung wurden ursprünglich im Rahmen des BIMprove-Projekts des EU-Horizon2020-Programms (Nr. 958450) entwickelt und getestet. Zur Erstellung des CWA haben weitere Experten beigetragen.

Ihr Feedback ist willkommen und wird im weiteren Normungsprozess berücksichtigt: Wenden Sie sich mit Ihren Erfahrungen direkt an das Deutsche Institut für Normung: christian.grunewald@din.de.

**Weitere Informationen unter:**

<https://www.bimprove-h2020.eu/marker>

# Arbeitskreis „Hebungerscheinungen infolge von Gruben- und Grundwasseranstieg“ des Deutschen Markscheiderverein e.V.

Erkenntnisse, Wissenstransfer, Forschungsthemen, Ergebnisse

Bereits vor dem Inkrafttreten des Gesetzes zur Finanzierung der Beendigung des subventionierten Steinkohlenbergbaus zum Jahr 2018 rückten die bergschadenskundlichen Auswirkungen der Flutung der Bergwerke verstärkt in den öffentlichen Fokus. Um schon im Vorfeld das Wissen zu den möglichen Auswirkungen der Grubenflutungen auf die Tagesoberfläche zu bündeln, wurde am 14.9.2006 durch einen Beschluss des Vorstands und des Beirats des Deutschen Markscheiderverein e.V. der Arbeitskreis „Hebungerscheinungen infolge von Gruben- und Grundwasseranstieg“ ins Leben gerufen. Der Arbeitskreis setzt sich aus Vertretern der aktiven Bergbauunternehmen, des Sanierungsbergbaus, der Bergverwaltungen, der Hochschulen und spezifischer Institutionen zusammen.

Nach der Gründung des Arbeitskreises wurde zunächst der aktuelle Erkenntnis- und Wissensstand zur Frage der flutungsbedingten Hebungen und deren Auswirkungen in den Blick genommen. Von vornherein stand der Informations- und Erfahrungsaustausch im Zentrum der Arbeit.

So wurden anfänglich die Auswirkungen von Grubenwasseranstiegsprozessen und Sumpfungmaßnahmen im:

- Döhlener Becken,
- Uranerzbergbau Schlema-Alberoda,
- Ruhrrevier,
- Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlenrevier sowie
- Rheinischen Braunkohlenrevier

behandelt. Dazu gehörten auch große Planvorhaben, wie der Bau des Emscher Abwasserkanals.

Im Jahr 2008 stellte die Bergbehörde Nordrhein-Westfalen ein Monitoringkonzept für die Phase nach Einstellung des Steinkohlenbergbaus an der Ruhr vor, wobei zwecks Identifizierung möglicher kritischer Bereiche ein Unstetigkeitskataster aufgebaut wird. Seit 2014 steht das in Nordrhein-Westfalen und Saarland erarbeitete Konzept zur langfristigen Optimierung der Grubenwasserhaltung im Fokus. Diskutiert wurden und werden auch rechtliche Aspekte des Gruben- und Grundwasseranstiegs. Es kamen weitere Problemstellungen, wie die Standsicherheit verfüllter Schächte und unter Flutungseinfluss geratender tagesnaher Bergbau, hinzu.

Neben den klassischen Messverfahren wird auch intensiv und kritisch über die Möglichkeiten der Überwachung der Tagesoberfläche mithilfe der Radarinterferometrie diskutiert. Über Monitoringergebnisse im Bereich der Bergwerke Königsborn und Warndt sowie der französischen Steinkohlenbergwerke wird in diesem Zusammenhang berichtet. Breiten Raum nehmen die Erkenntnisse aus den Flutungsprozessen der Uranerzgruben Schlema-Alberoda und Dresden-Gittersee ein. Weiterhin wird regelmäßig über die Hebungerscheinungen im Umfeld der gefluteten bzw. in Flutung befindlichen Braunkohlentagebaue des Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlenrevieres informiert. Es werden auch Themen, wie die Böschungsbewegung im Tagebau „Nachterstedt“ und die Ergebnisse der Leitnivelements im Rheinland, wo Überlagerungen von Grundwasserabsenkungen und Grubenwasseranstiegen auftreten, diskutiert.

Im Hinblick auf die sich abzeichnende Beendigung des Steinkohlenbergbaus an der Ruhr erörterte der Arbeitskreis intensiv das Betriebsplanverfahren bei Grubenwasseranstiegen sowie die besonderen markscheiderischen Fragestellungen. Ab 2010/2011 nehmen bei der Arbeit des Arbeitskreises Monitoringverfahren, multisensorale Daten und GIS-gestützte Modellierungen bei der Überwachung von flächenhaften Höhenänderungen einen immer breiteren Raum ein.

Die Erkenntnisse dieses Arbeitskreises gingen in die Entwicklung der bergwerksspezifischen Hebungsmodelle ein, die im Arbeitskreis Hebungen vorgestellt und intensiv diskutiert wurden.

Zudem haben die Mitglieder die im Arbeitskreis erworbenen Erkenntnisse in vielen Publikationen in den Fachzeitschriften als Autoren oder Co-Autoren sowie in Dissertationen veröffentlicht.

Der Arbeitskreis befasst sich auch mit ähnlich gelagerten Themen außerhalb des Bergbaus. So informierte man sich vor Ort über die in Staufen/Breisgau durch Geothermiebohrungen ausgelösten Hebungen sowie die Bodenbewegungsprobleme in Lüneburg infolge der Salzgewinnung.

Weitere Themen waren und sind die Ergebnisse der verschiedenen Bodenbewegungsdienste der Vermessungsverwaltungen und der Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe.

Der Arbeitskreis versteht sich als Plattform für Informationen und Diskussionen aktueller Erkenntnisse zu Bodenbewegungen infolge von Grubenwasseranstiegen und fördert den Erfahrungs- und Wissensaustausch über den Einsatz neuer Messverfahren und -technologien.

Durch die regelmäßigen Treffen sind die Mitglieder des Arbeitskreises immer über den aktuellen Stand zu den Themen der Bodenbewegungen bei Flutung von Bergwerken und deren Monitoring sowie zu den erforderlichen Genehmigungsverfahren informiert und

können die gewonnen Erkenntnisse in die jeweiligen Institutionen und Unternehmen einbringen.

*Leiter des AK Hebungserscheinungen: Dr. Olaf Wallner*

**Weitere Informationen unter:**

<https://www.dmv-ev.de/arbeitskreise/bodenbewegungen.html>

## Socotec und Topcon vereinbaren Zusammenarbeit in Europa

Partnerschaft für eine europäische Infrastruktur

Topcon Positioning Systems und Socotec haben bekannt gegeben, dass sie zukünftig zusammenarbeiten wollen. Im Rahmen dieser Kooperation wird Socotec Topcons Überwachungstechnologie bei Infrastrukturprojekten in Frankreich, den Niederlanden, Spanien und Großbritannien einsetzen.

Socotec ist ein weltweit tätiges Unternehmen im Bereich Prüfung, Inspektion und Zertifizierung (TIC) mit mehr als 200 000 Kunden in 26 Ländern. Das Unternehmen wird Topcon-Robotik-Totalstationen aus der MS-Serie für Bauwerksüberwachung und mehrere zusätzliche Ressourcen aus dem Geopositionierungsportfolio einsetzen.

Die Überwachungstechnologie von Topcon wird bei europäischen Projekten eingesetzt, um Baustellen und Infrastruktur auf Stabilität und Risiken zu untersuchen. Die integrierten Produkte umfassen Totalstationen, GNSS und geotechnische Sensoren von Drittanbietern, die über Delta-Link-Hardware versorgt und über die Delta-Link-Software überwacht, verwaltet und ausgewertet werden.

**Weitere Informationen unter:**

<https://topconpositioning.com/de>

## Trimble präsentiert seine neue Ionoguard-Technologie

Genauigkeit, Verfügbarkeit und Integrität von GNSS-Signalen steigern

Trimble hat mit Trimble Ionoguard eine neue Technologie vorgestellt, die ionosphärische Störungen der GNSS-Signale bei der Positionierung und Navigation reduziert, indem sie die durch Szintillation oder Signalrauschen verursachten Leistungseinbußen minimiert.

Die ionosphärischen Störungen, die auch als Sonnenaktivität bekannt sind, erreichen alle elf Jahre ihren Höhepunkt. Die nächste große Störung im Sonnenzyklus 25 wird voraussichtlich zwischen 2024 und 2026 ihr Maximum erreichen. Ionosphärische Aktivitäten können die Qualität der GNSS-Signale direkt beeinflussen, was zu einer Beeinträchtigung der Positionsgenauigkeit führt. Diese Art von Störung hat zwar die größten Auswirkungen auf Nutzer von Präzisions-GNSS in Äquatornähe und in hohen Breitengraden, aber während des Höhepunkts des Sonnenzyklus kann es auch zu globalen Störungen kommen.

Ionoguard ist als kostenloses, herunterladbares Firmware-Update für Trimbles GNSS-Empfänger mit Trimbles Propoint-GNSS-Positionierungs-Engine verfügbar. Das Firmware-Update führt zu einer verbesserten Positionierungsleistung in schwierigen Umgebungen. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit eines vollständigen Verlusts der GNSS-Signale minimiert und die Genauigkeit und Integrität der Signale verbessert.

Das Update wird voraussichtlich im vierten Quartal 2023 für alle Empfänger im Rahmen der Garantiebedingungen verfügbar sein.

**Weitere Informationen unter:**

<https://www.geospatial.trimble.com>

## Leica BLK2GO Pulse für intuitives mobiles Laserscanning

Leica Geosystems, Teil von Hexagon, präsentierte den Leica BLK2GO Pulse. Innerhalb des Formfaktors, den man schon von früheren BLK2GO-Modellen kennt, steckt nun neue Lidar-Sensortechnologie. Das jüngste Mitglied im BLK-Portfolio bietet schnelles und intuitives First-Person-Scanning. Mit dem Smartphone gesteuert, liefert der BLK2GO Pulse eingefärbte 3D-Punktwolken im Handumdrehen.

Der BLK2GO Pulse wurde in Zusammenarbeit mit Sony Semiconductor Solutions Corporation entwickelt, einem Anbieter von Bildsensoren. Der BLK2GO Pulse kombiniert Sonys Time-of-Flight-



(ToF-)Bildsensoren mit der GrandSLAM-Technology von Leica Geosystems. Der BLK2GO Pulse ist speziell für den Einsatz in Innenräumen entwickelt worden, um digitale 3D-Zwillinge sowie 2D-Bodenpläne zu erstellen. Er bietet außerdem:

- **First-Person-Scanning:** Scannen aus der Ich-Perspektive. Der Scanner nimmt genau das auf, was der Nutzer sieht. Eingefärbte 3D-Daten werden in Echtzeit auf das Smartphone übertragen.
- **Schnelle Datenverfügbarkeit:** Eingefärbte 3D-Punktwolken und -Bilder können sofort und vor Ort angeschaut und geteilt werden.
- **Begleit-App:** Ein am Scanner befestigtes Smartphone (iOS oder Android) dient der Steuerung und bietet Zugriff auf einen schlanken Komplett-Workflow in der BLK-Live-App.
- **Benutzerführung:** Für eine optimierte Datenerfassung führen In-App-Benachrichtigungen den Nutzer durch den Scan-Prozess.

Scans lassen sich einfach in Reality Cloud Studio hochladen. Mit Hexagons Cloud-Anwendung kann man die Reality-Capture-Daten speichern, managen, visualisieren und teilen.

### Weitere Informationen unter:

<https://www.leica-geosystems.de>

## Riegl präsentierte neue luftgestützte Laserscanning-Lösungen

Auf der diesjährigen Intergeo gab es eine Vielzahl an Neuigkeiten und Weiterentwicklungen von Riegl in allen Bereichen: neue Funktionen, höhere Sensorleistungen oder praktische Systemzusammenstellungen in allen Segmenten, von terrestrisch über mobil bis hin zu luftgestützt. Ein besonderes Augenmerk lag auf der Einführung von drei neuen Produkten.

### RIEGL VQX-2 – HELIKOPTER-POD FÜR DIE LUFTGESTÜTZTE VERMESSUNG

Mit dem neuen Riegl VQX-2 Helikopter-Pod erweitert das Unternehmen sein Angebot an Komplettlösungen für die luftgestützte Datenaufnahme. Der leichte und doch robuste Pod kann einfach montiert und demontiert werden. Im Pod integriert sind ein Riegl-Laserscanner, eine IMU/GNSS-Einheit sowie bis zu fünf Kameras. Die Wahl des Riegl-Laserscannertyps sowie die Anzahl und Ausrichtung der Kameras kann an die Anforderungen der jeweiligen Einsatzaufgaben angepasst werden – von der Korridor-Kartierung über die Vermessung weiter Flächen aus großen Flughöhen bis hin zur Überwachung von Gletschern und Hangrutschungen. Die schlüsselfertige Lösung wird inklusive der entsprechenden Verkabelung angeboten, für Heli-

kopter der Airbus-Helicopters-AS350-Serie liegt bereits ein entsprechendes „Minor Change Approval“ vor.

### RIEGL VQ-680 OEM – AIRBORNE LIDAR-SCANNING-MODUL FÜR DIE OEM-INTEGRATION

Mit dem neuen VQ-680 OEM steht Systemintegratoren ein kompaktes, luftgestütztes Lidar-Scanner-Modul zur Verfügung, das für die Integration mit großformatigen Kameras oder anderen Sensoren in hybriden Systemlösungen ausgelegt ist. Der Formfaktor mit einer kleinen Austrittsöffnung berücksichtigt den begrenzten Platz, der zum Beispiel in großformatigen photogrammetrischen Kamerasystemen zur Verfügung steht. Eine robuste, mechanische

Schnittstelle ermöglicht die Montage des Lidar-Moduls innerhalb eines Kamerasystems, das fest mit dem IMU/GNSS-System und verschiedenen Kameramodulen verbunden ist.

Das Lidar-Modul VQ-680 OEM mit Laserpulswiederholraten von bis zu 2,4 MHz und bis zu zwei Millionen Messungen/s wurde speziell für die großflächige, luftgestützte Vermessung urbaner Umgebungen, Anwendungen in der Forstwirtschaft und für das Monitoring von Stromleitungstrassen entwickelt. Durch den weiten Scanbereich von 60° und das von Riegl entwickelte NFB-(Nadir/Forward/Backward-)Scanning mit fünf Blickrichtungen von bis zu  $\pm 20^\circ$  können insbesondere vertikale Strukturen, wie beispielsweise Fassaden oder Strommasten, erfasst werden. Der Blickwinkel in Richtung Nadir ermöglicht gleichzeitig die Vermessung schmaler Straßenschluchten mit minimaler Abschattung durch die umgebenden Gebäude.

Der Einsatzbereich reicht von typischen Flughöhen von 1 000 m AGL bei einer Pulswiederholrate von 2,4 MHz (~ 24 Punkte/m<sup>2</sup> bei 120 Knoten) bis zu 2 300 m AGL bei einer Pulswiederholrate von 300 kHz für Ziele mit einer Reflektivität von über 20 %.

Neben diesem Modul für OEM-Integratoren wird der Schwester-typ Riegl VQ-680 als High-End-Airborne-Lidar-Scanner angeboten, der das volle Leistungsspektrum in einem kompakten und leichten Scannergehäuse bietet. Dieser Scanner ermöglicht die Kombination mit bis zu sechs hochauflösenden RGB/NIR-Kameras und kann in entsprechenden Flugzeugluken mit oder ohne die Verwendung stabilisierter Plattformen montiert werden.

## RIEGL VUX-180-24 – LEICHTE, VIELSEITIGE LASERSCANNING-LÖSUNG

Der neue Riegl VUX-180-24 bietet ein weites Sichtfeld von 75° und eine hohe Laser-Pulswiederholrate von bis zu 2,4 MHz. Diese Eigenschaften – in Kombination mit einer hohen Scangeschwindigkeit von bis zu 800 Linien pro Sekunde – machen den Scanner für die Hochgeschwindigkeitsvermessung und Anwendungen geeignet, bei denen eine optimale Linien- und Punktverteilung erforderlich ist. Typische Anwendungen sind die Kartierung und Überwachung kritischer Infrastrukturen, wie Stromleitungen, Eisenbahnstrecken, Pipelines und Landebahnen. Der Riegl VUX-180-24 bietet mechanische und elektrische Schnittstellen für die Integration von IMU/GNSS und bis zu fünf externen Kameras. Für die reibungslose und unkomplizierte Datenspeicherung stehen ein interner SSD-Speicher mit 2 TByte Speicherkapazität und eine herausnehmbare CFast-Speicherkarte zur Verfügung.

Dieser Sensor ergänzt die bereits bewährte Riegl-Serie VUX-120, VUX-160 und VUX-240 und ist sowohl als Stand-alone-Sensor als auch in verschiedenen vollständig integrierten Laserscanning-Systemkonfigurationen mit IMU/GNSS-System und optionalen Kameras erhältlich.

**Weitere Informationen unter:**

<https://www.riegl.com>

Wir  
wünschen  
Ihnen und  
Ihren Familien  
ein schönes  
Weihnachtsfest  
und ein glückliches,  
erfolgreiches neues  
Jahr!



# Topcon erweitert Portfolio im Bereich Baulayout

Topcon lanciert mit LN-50 ein günstiges 3D-Absteckungssystem

Topcon Positioning Systems kündigt die Markteinführung des 3D-Lasers LN-50 an, dem jüngsten Mitglied der Layout-Navigator-Familie. Der LN-50 ist als erschwingliche und einfach zu bedienende

Lösung für digitale Bauabsteckung gedacht und hat eine Reichweite von 50 m. Zum Vergleich: Der LN-150, nach wie vor eine Hauptstütze von Topcons Layout-Portfolio, hat eine Reichweite von 150 m bei vollem Funktionsumfang.

Topcon entwickelte den LN-50 speziell für Hausbauer und Handwerker

aus den Bereichen Mechanik, Elektrik, Sanitär und Betonbau. Mit dem System lassen sich digitale Absteckung und Bauprüfung einfach und schnell umsetzen – unabhängig von der Erfahrung der Nutzer mit digitaler Technologie. Gleichzeitig minimiert der LN-50 das Risiko von Fehlern, die zu kostspieligen Nacharbeiten führen können.

Der LN-50 arbeitet ausschließlich mit Topcons Digital-Layout-Software für digitales Abstecken und Vermessen. Das Programm ist mit CAD- und BIM-Software-Setups kompatibel und kann mit dem Point-Manager-Plug-in für Autodesk Revit oder AutoCAD verwendet werden.

Der LN-50 ist zunächst über die Vertriebskanäle spezialisierter Händler in Amerika und Europa erhältlich.

## Weitere Informationen unter:

<https://topconpositioning.com/de>



## REDAKTION

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Blankenbach (Schriftleitung) | Geodätisches Institut | RWTH Aachen | Mies-van-der-Rohe-Str. 1 | 52074 Aachen | Tel.: 02 41 / 80-9 53 00 | Fax: 02 41 / 80-9 21 42 | E-Mail: [blankenbach@gia.rwth-aachen.de](mailto:blankenbach@gia.rwth-aachen.de) | ORCID: 0000-0002-5700-8818

Prof. Dr.-Ing. Jens-André Paffenzholz (Schriftleitung) | Institute of Geo-Engineering | TU Clausthal | Erzstraße 18 | 38678 Clausthal-Zellerfeld | Tel.: 0 53 23 / 72-33 33 | Fax: 0 53 23 / 72-99 33 33 | E-Mail: [jens-andre.paffenzholz@tu-clausthal.de](mailto:jens-andre.paffenzholz@tu-clausthal.de) | ORCID: 0000-0003-1222-5568

## VERLAG

VDE VERLAG GMBH | Bismarckstr. 33 | 10625 Berlin | Tel.: 0 30 / 34 80 01-0 | Fax: 0 30 / 34 80 01-9088 | Internet: [www.vde-verlag.de](http://www.vde-verlag.de)

Geschäftsführung: Dr.-Ing. Stefan Schlegel

Verlagsleitung Zeitschriften: Dipl.-Ing. Ronald Heinze

Abonnement-Service & Adressänderung: Cem Küney | VU.SOLUTIONS GmbH & Co. KG | Große Hub 10 | 63344 Eltville am Rhein | Tel.: 0 61 23 / 92 38-234 | Fax: 0 61 23 / 92 38-244 | E-Mail: [vde-leserservice@vuservice.de](mailto:vde-leserservice@vuservice.de)

## ANZEIGEN

Anzeigenleitung: Olaf Schneider

Anzeigenverkauf: Tammy Rößler | Kaiserleistr. 8A | 63067 Offenbach | Tel.: 0 69 / 84 00 06-13 41 | Fax: 0 69 / 84 00 06-13 98 | E-Mail: [tammy.roessler@vde-verlag.de](mailto:tammy.roessler@vde-verlag.de) | Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 38 vom 1.1.2023

## Bezugsbedingungen/Bezugspreise 2023 (unverbindliche Preisempfehlung)

Jahresabonnement € 129,00 zzgl. Versandkosten;

Vorzugsabonnement für Studenten und Referendare im Vermessungsdienst (gegen Nachweis) Inland € 61,50 inkl. Versandkosten, Einzelheft € 27,00 zzgl. Versandkosten. Alle Preise verstehen sich inkl. MwSt.

## Reviewverfahren

Alle wissenschaftlichen Fachbeiträge werden einem Begutachtungsverfahren nach internationalem Standard unterzogen. Weitere Informationen finden Sie unter [www.gispoint.de](http://www.gispoint.de). Die avn ist in der internationalen Zitationsdatenbank Scopus gelistet.

## Druck

Druck- und Verlagshaus Thiele & Schwarz GmbH, Werner-Heisenberg-Straße 7, 34123 Kassel  
Erscheinungsweise: 6 Ausgaben jährlich, Printed in Germany

## Internet

Website: [www.avn-online.de](http://www.avn-online.de)

## Editorial Board

Scientific Editors: Prof. Dr. Corinna Harmening, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Geodätisches Institut, Deutschland, ORCID: 0000-0002-7288-2634 | Ass. Prof. Dr. Petra Helmholz, Curtin University, Faculty of Science and Engineering, Australia, ORCID: 0000-0001-9894-3119 | Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Geodätisches Institut, Deutschland, ORCID: 0000-0002-7368-5675 | Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Linke, Technische Universität Darmstadt, Geodätisches Institut, Deutschland, ORCID: 0000-0002-0565-157X | Prof. Dr.-Ing. Thomas Luhmann,

Jade-Hochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven, Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik, Deutschland, ORCID: 0000-0003-0483-7548 | Prof. Dr.-Ing. Hans-Berndt Neuner, Technische Universität Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation, Österreich, ORCID: 0000-0002-2846-1402 | Prof. Dr.-Ing. Markus Schaffert, Hochschule Mainz, Fachrichtung Geoinformatik und Vermessung, Deutschland, ORCID: 0000-0002-7970-9164 | Prof. Dr.-Ing. Robert Seuß, Fachhochschule Frankfurt am Main, Labor für Geoinformation, Deutschland, ORCID: 0009-0001-9773-6756 | Prof. Dr.-Ing. Rudolf Staiger, Hochschule Bochum, Fachbereich Vermessung und Geoinformatik, Deutschland | Prof. Dr. Felix Norman Teferle, University of Luxembourg, Department of Engineering, Luxembourg, ORCID: 0000-0002-9132-3571 | Prof. Dr.-Ing. habil. Lambert Wanninger, Technische Universität Dresden, Geodätisches Institut, Deutschland, ORCID: 0000-0002-7448-5528 | Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Andreas Wieser, ETH Zürich, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Schweiz, ORCID: 0000-0001-5804-2164

Industry and Authorities Editors: Dipl.-Ing. Jörg Fehres, Bezirksregierung Köln, Dezernat ländliche Entwicklung und Bodenordnung, Deutschland | Dipl.-Ing. (FH) Klaus Schleußinger, Leica Geosystems GmbH Vertrieb, München, Deutschland | Prof. Dr.-Ing. Willfried Schwarz, Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen, Bereich Geodäsie, Deutschland | Dr.-Ing. Michael Vogel, Trimble Jena GmbH, Jena, Deutschland

## © Copyright

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Verleger und Herausgeber nicht übernommen werden. Die Zeitschriften, allein ihr enthaltene Beiträge und Abbildungen, sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung in dieser Zeitschrift geht das umfassende, ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich unbeschränkte Nutzungsrecht auf den Verlag über. Dies umfasst insbesondere das Printmediarecht zur Veröffentlichung in Printmedien aller Art sowie entsprechender Vervielfältigung und Verbreitung, das Recht zur Bearbeitung, Umgestaltung und Übersetzung, das Recht zur Nutzung für eigene Werbezwecke, das Recht zur elektronischen/digitalen Verwertung, z. B. Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen, zur Veröffentlichung in Datenbanken sowie Datenträger jedweder Art, wie die Darstellung im Rahmen von Internet- und Online-Dienstleistungen, CD-ROM, CD und DVD und der Datenbanknutzung und das Recht, die vorgenannten Nutzungsrechte auf Dritte zu übertragen, d. h. Nachdruckrechte einzuräumen. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zur Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Mit Namen oder Zeichen des Verfassers gekennzeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen für Autorenbeiträge.

## Datenschutz

Ihre personenbezogenen Daten werden von uns und den Unternehmen der VDE VERLAG GMBH, unseren Dienstleistern sowie anderen ausgewählten Unternehmen verarbeitet und genutzt, um Sie über interessante Produkte und Dienstleistungen zu informieren. Wenn Sie dies nicht mehr wünschen, schreiben Sie bitte an [Kundenservice@vde-verlag.de](mailto:Kundenservice@vde-verlag.de).



130. Jahrgang | ISSN 0002-5968