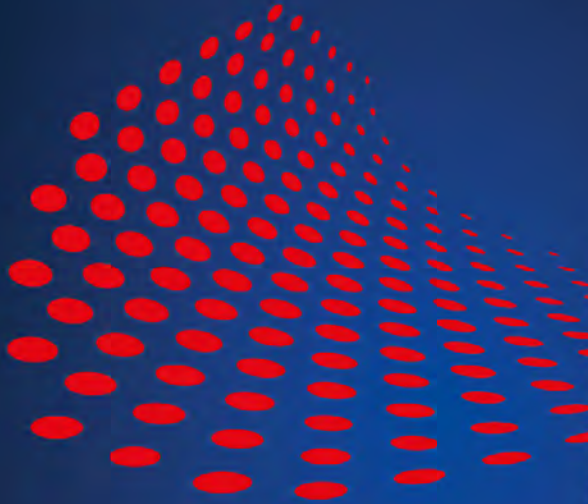


- when it has to be right

Leica
Geosystems



Leica RTC 360

Die 3D Reality Capture Lösung



Untersuchung eines Smartphone mit Zweifrequenz-GNSS-Empfänger in verschiedenen Anwendungsszenarien im Vermessungswesen

T. Weigert, G. Retscher

Noli me tangere – Grenzsteine sind unantastbar! Die Bedeutung von historischen Grenzen an einem aktuellen Beispiel

M. Hiermanseder

#wirsehenweiter
Von der Vision zur Anwendung



Osterreichische Gesellschaft für
Vermessung und Geoinformation



Kernthemen: Digitalisierung, Mobile Mapping, Mixed Reality, Bodenbewegungen, Künstliche Intelligenz

**Geodätentag
VERSCHOBEN
auf Frühjahr 2022**

Willkommen zu erweiterten Perspektiven am

GEODÄTENTAG 2022

Steyr, 26. - 29. April 2022

www.geodaetentag.at



Österreichische Zeitschrift für **Vermessung & Geoinformation**

Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation
und der Österreichischen Geodätischen Kommission

109. Jahrgang 2021

Heft: 2/2021

ISSN: 1605-1653

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Andreas Pammer

Stellvertreter: Dipl.-Ing. Ernst Zahn

Dipl.-Ing. (FH) Georg Topf

A-1020 Wien, Schiffamtsgasse 1-3

Internet: <http://www.ovg.at>

T. Weigert, G. Retscher:

Untersuchung eines Smartphone mit Zweifrequenz-GNSS- Empfänger in verschiedenen Anwendungsszenarien im Vermessungswesen

55

M. Hiermanseder:

Noli me tangere – Grenzsteine sind unantastbar! Die Bedeutung von historischen Grenzen an einem aktuellen Beispiel

71

Dissertationen, Diplom- und Magisterarbeiten

80

Recht und Gesetz

85

Grenzstein

88

Aus dem Vereinsleben

89

Buchbesprechungen

92

Neuerscheinungen

94

Veranstaltungskalender

95



Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation und der Österreichischen Geodätischen Kommission

109. Jahrgang 2021 / ISSN: 1605-1653

Herausgeber und Medieninhaber: Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien zur Gänze. Bankverbindung: BAWAG P.S.K., IBAN: AT21 60000 00001190933, BIC: OPSKATWW. ZVR-Zahl 403011926.

Präsident der Gesellschaft: Dipl.-Ing. Julius Ernst, Tel. +43 1 21110-823703, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien.

Sekretariat der Gesellschaft: Dipl.-Ing. Franz Blauensteiner, Tel. +43 1 21110-822216, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. E-Mail: office@ovg.at.

Schriftleitung: Dipl.-Ing. Andreas Pammer, Tel. +43 1 21110-825262, Dipl.-Ing. Ernst Zahn, Tel. +43 1 21110-823209, Dipl.-Ing.(FH) Georg Topf, Tel. +43 1 21110-823620, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. E-Mail: vgi@ovg.at.

Manuskripte: Bitte direkt an die Schriftleitung senden. Es wird dringend ersucht, alle Beiträge in digitaler Form zu übersenden. Genaue Angaben über die Form der Abfassung des Textteiles sowie der Abbildungen (Autoren-Richtlinien) können bei der Schriftleitung angefordert werden bzw. sind auf <http://www.ovg.at> unter „VGI Richtlinien“ zu ersehen. Beiträge können in Deutsch oder Englisch abgefasst sein; Hauptartikel bitte mit deutschem und englischem Titel, einer deutschsprachigen Kurzfassung und einem englischen Abstract sowie Schlüsselwörter bzw. Keywords einsenden. Auf Wunsch können Hauptartikel einem „Blind-Review“ unterzogen werden. Nach einer formalen Überprüfung durch die Schriftleitung wird der Artikel an ein Mitglied des Redaktionsbeirates weitergeleitet und von diesem an den/die Reviewer verteilt. Artikel, die einen Review-Prozess erfolgreich durchlaufen haben, werden als solche gesondert gekennzeichnet. Namentlich gezeichnete Beiträge geben die Meinung des Autors wieder, die sich nicht mit der des Herausgebers decken muss. Die Verantwortung für den Inhalt des einzelnen Artikels liegt daher beim Autor. Mit der Annahme des Manuskriptes sowie der Veröffentlichung geht das alleinige Recht der Vervielfältigung und Wiedergabe auf den Herausgeber über.

Redaktionsbeirat für Review: Univ.-Prof. Dr. Johannes Böhm, Dipl.-Ing. Julius Ernst, Univ.-Prof. Dr. Werner Lienhart, Univ.-Prof. Dr. Norbert Pfeifer, Prof. Dr. Josef Strobl, O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans Sünkel und Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.iur. Christoph Twaroch

Copyright: Jede Vervielfältigung, Übersetzung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen sowie Mikroverfilmung der Zeitschrift oder von in ihr enthaltenen Beiträgen ohne Zustimmung des Herausgebers ist unzulässig und strafbar. Einzelne Photokopien für den persönlichen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen davon angefertigt werden.

Anzeigenbearbeitung und -beratung: Dipl.-Ing. Andreas Pammer, Tel. +43 1 21110-825262, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. Unterlagen über Preise und technische Details werden auf Anfrage gerne zugesendet.

Erscheinungsweise: Vierteljährlich in zwangloser Reihenfolge (1 Jahrgang = 4 Hefte). Auflage: 1000 Stück.

Abonnement: Nur jahrgangsweise möglich. Ein Abonnement gilt automatisch um ein Jahr verlängert, sofern nicht bis zum 1.12. des laufenden Jahres eine Kündigung erfolgt. Die Bearbeitung von Abonnementangelegenheiten erfolgt durch das Sekretariat. Adressänderungen sind an das Sekretariat zu richten.

Verkaufspreise: Einzelheft: Inland 20 €, Ausland 25 €; Abonnement: Inland 60 €, Ausland 75 €; alle Preise inklusive Mehrwertsteuer. OVG-Mitglieder erhalten die Zeitschrift kostenlos.

Satz und Druck: Buchdruckerei Ernst Becvar Ges.m.b.H., A-1150 Wien, Lichtgasse 10.

Offenlegung gem. § 25 Mediengesetz

Medieninhaber: Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien zur Gänze.

Aufgabe der Gesellschaft: gem. § 1 Abs. 1 der Statuten (gen. mit Bescheid der Bundespolizeidirektion Wien vom 26.11.2009): a) die Vertretung der fachlichen Belange der Vermessung und Geoinformation auf allen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung und der praktischen Anwendung, b) die Vertretung aller Angehörigen des Berufsstandes, c) die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes, der freien Berufe und der Wirtschaft, d) die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, e) die Herausgabe einer Zeitschrift mit dem Namen „Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation“ (VGI).

Erklärung über die grundlegende Richtung der Zeitschrift: Wahrnehmung und Vertretung der fachlichen Belange aller Bereiche der Vermessung und Geoinformation, der Photogrammetrie und Fernerkundung, sowie Information und Weiterbildung der Mitglieder der Gesellschaft hinsichtlich dieser Fachgebiete.



<http://www.ovg.at>



<http://www.oegk-geodesy.at>

Untersuchung eines Smartphone mit Zweifrequenz-GNSS-Empfänger in verschiedenen Anwendungsszenarien im Vermessungswesen



Analysis of a Smartphone with Dual-frequency GNSS receivers for Different Applications in Surveying

Till Weigert und Günther Retscher, Wien

Dieser Beitrag wurde als „reviewed paper“ angenommen.

Kurzfassung

Diese Studie untersucht den Einsatz eines Smartphones mit Zweifrequenz-GNSS-Empfänger im Vermessungswesen. Es werden Messungen mit dem Pixel5 des Herstellers Google LLC vorgenommen. Die Auswertung der aufgezeichneten Satellitendaten erfolgt im Post Processing mit Positionierungsmethoden, welche auf Code- und Phasenbeobachtungen basieren. Die zu erzielenden Genauigkeiten stehen hierbei im Vordergrund. Es konnte gezeigt werden, dass das Pixel5, obwohl es die Aufzeichnung von Satellitendaten auf zwei Frequenzbändern ermöglicht, nur eingeschränkt in der praktischen Vermessung eingesetzt werden kann, da es die hier geforderten Genauigkeiten im Zentimeterbereich nicht erfüllt. Die niedrige Qualität der Messdaten ist problematisch, weswegen Lösungen über zwei Frequenzbänder und auf Basis von Phasenbeobachtungen nur bedingt möglich sind. Dennoch können mit dem Smartphone bei langen Beobachtungszeiten Ergebnisse mit einer Genauigkeit von unter einem halben Meter erzielt werden. Das Pixel 5 kann für Anwendungen mit niedrigeren Genauigkeitsansprüchen, wie beispielsweise zur Datenerfassung für Geoinformationssysteme, verwendet werden.

Schlüsselwörter: GNSS-Zweifrequenzmessungen, Smartphone, Genauigkeitsbetrachtungen, Single Point Positioning (SPP), Precise Point Positioning (PPP), Differential GNSS (DGNS)

Abstract

The study examines the application of a smartphone with dual-frequency GNSS receiver in surveying. Measurements have been carried out with the Pixel5 from the manufacturer Google LLC. The recorded satellite data is evaluated in post processing with positioning methods based on code and phase observations. The focus here is led on the accuracy to be achieved. It could be shown that the Pixel 5, although it enables the recording of satellite data on two frequency bands, can only be used to a limited extent in practical surveying tasks because it does not meet the accuracy requirements in the centimeter range. The low quality of the measurement data is problematic, which is why solutions over two frequency bands and based on phase observations are only possible to a limited extent. Nevertheless, with long observation times, results with an accuracy of less than half a meter can be achieved with the smartphone. The Pixel 5 can be used for applications with lower accuracy requirements such as data acquisition for geographic information systems.

Keywords: GNSS dual-frequency measurements, smartphone, positioning accuracies assessment, Single Point Positioning (SPP), Precise Point Positioning (PPP), Differential GNSS (DGNS)

1. Einleitung

Die Positionsbestimmung mit Hilfe von Smartphones wird immer genauer. Mobiltelefone der neuesten Generation können Signale von Satelliten auf zwei Frequenzbändern empfangen (siehe z.B. Barbeau, 2018). Aufgrund der unterschiedlichen Ausbreitungs- und Refraktionseigenschaften der beiden Signale können atmosphärische Einflüsse und Mehrwegeeffekte verringert werden und die Messungen erreichen eine höhere Genauigkeit. Es ist denkbar, dass in Zukunft einfache Aufgaben der angewandten Vermessung mit Smartphones

durchgeführt werden können. Dies spart Zeit und Geld, da keine zusätzliche Hardware angeschafft werden muss und das Smartphone ohnehin ein ständiger Begleiter ist.

Diese Studie untersucht mögliche Einsatzgebiete eines Smartphones mit Zweifrequenz-Empfänger in der angewandten Vermessung. Es werden mehrere Anwendungen betrachtet und Messungen durchgeführt. Es wird ermittelt, ob ein sinnvoller Einsatz möglich ist, und es werden die Grenzen der Technik aufgezeigt. Um zu untersuchen, inwieweit Smartphones für vermes-

sungstechnische Aufgaben geeignet sind, sind insbesondere die zu erzielende Genauigkeit, der Messaufwand, die Wiederholbarkeit der Messergebnisse und die Qualität der Messdaten von Interesse. Um diese zu untersuchen, werden mehrere Messungen durchgeführt. Die Daten werden mit dem Pixel5 des amerikanischen Herstellers Google LLC aufgenommen, welches seit Oktober 2020 erhältlich ist.

Die Messungen finden auf dem Dach des Elektrotechnischen Institutsgebäudes (EI) der TU Wien und in einem Park vor dem Hauptgebäude, dem Karlsplatz, statt. In einer Langzeitmessung über 150 Minuten werden Rohdaten aufgezeichnet. Dabei wird das Smartphone auf einem koordinativ bekannten Referenzpunkt (Messpfeiler) positioniert um die erzielte Genauigkeit ableiten zu können. Zusätzlich wird eine Referenzstation in Form eines klassischen GNSS-Empfängers mit Präzisionsantenne auf einem zweiten Messpfeiler aufgestellt. Neben der Langzeitmessung werden mehrere kürzere Messungen über einen Zeitraum von 20 Minuten vorgenommen. Mit diesen sollen reale Messaufgaben wie beispielsweise die Datenaufnahme für ein Geoinformationssystem (Baumkataster, Laternenkataster, Verkehrsschilder etc.) simuliert werden. Des Weiteren werden Messungen entlang einer Strecke durchgeführt um Aufgaben zur Leitungsdokumentation oder die grobe Vermessung von Trassen zu untersuchen.

Im Postprocessing werden die erhobenen Daten ausgewertet und verschiedene Verfahren zur Positionsbestimmung untersucht. Hierfür wird die quelloffene Software der Real Time Kinematic Library (RTKLib, Version 2.4.3) verwendet, welche eine Analyse der Rohdaten im Receiver Independent Exchange Format (RINEX) erlaubt. Es werden die Methoden der Einzelpunktbestimmung, wie Single Point Positioning (SPP) und Precise Point Positioning (PPP), sowie Differential GNSS (DGNSS) miteinander verglichen. Zur Ermittlung der Basislinien beim Differential GNSS dienen sowohl die eigene Referenzstation als auch das Referenzstationsnetz von Echtzeit Positionierung Austria (EPOSA). Neben den Methoden zur Positionsbestimmung werden die verschiedenen GNSS miteinander verglichen. Die Anzahl der verfügbaren Satelliten, das Signal-Rausch-Verhältnis (Signal-to-Noise-Ratio, SNR) und die Kontinuität der Signale werden betrachtet. Das Google Pixel 5 Smartphone erlaubt eine Aufzeichnung der Signale je nach GNSS auf bis zu zwei Trägerfrequenzen. Es kann daher eine Analyse der Satellitensignale

in Abhängigkeit von der Frequenz vorgenommen werden. Die Unterschiede zwischen den Frequenzbändern L1 und L5 bzw. E1 und E5a werden daher untersucht.

2. Grundlagen und Vorgehensweise

Das Google Pixel5 Smartphone besitzt einen Snapdragon 765G Prozessor von Qualcomm Incorporated (Qualcomm, 2019), welcher die Aufzeichnung von GNSS-Signalen auf zwei Frequenzen ermöglicht. Die unterstützten Satellitenpositionierungssysteme und Frequenzen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Für die Aufzeichnung der Messdaten mit dem Smartphone wird der RINEX Logger der Geo++ GmbH eingesetzt. Mit diesem ist es möglich GNSS-Rohdaten direkt als Observation-File zu speichern. Die Applikation baut auf dem frei zugänglichen Source Code des GPS Measurement Tools von Google auf. Mit dem RINEX Logger können Signale der Systeme GPS, Glonass, Galileo, Beidou und QZSS (Quasi-Zenit-Satelliten-System) aufgezeichnet werden. Ergänzungssysteme wie das Satellite Based Augmentation System (SBAS) werden nicht unterstützt.

GPS	L1 / L5
Glonass	R1
Galileo	E1 / E5a
Beidou	B1
QZSS	L1 / L5

Tab. 1: Unterstützte Satellitenpositionierungssysteme und Frequenzen

Auf dem Messdach des EI-Gebäudes der TU-Wien wird ein Referenzempfänger aufgestellt. Verwendet wird der SP80 GNSS Receiver der Firma Spectra Geospatial. Hiermit werden GPS (L1, L2, L5) und Glonass (R1, R2) Daten aufgezeichnet. Um diese verwenden zu können, werden sie anschließend in das RINEX-Format konvertiert. Dies geschieht mit dem RINEX Converter 4.7.2 der Firma Trimble.

Das Flussdiagramm (Abbildung 1) zeigt den Arbeitsablauf, der für die Untersuchungen gewählt wird. Der Ablauf beginnt mit der Aufnahme der Messdaten und der Beschaffung weiterer Daten über das Referenzstationsnetz EPOSA und den IGS (International GNSS Service). Anschließend werden mit RTKLib die aufgenommenen Rohdaten analysiert und mit verschiedenen Methoden Positionslösungen berechnet. Die ermittelten Er-

gebnisse werden visualisiert und anschließend mit Matlab weiterverarbeitet. Mit Matlab werden Transformationen berechnet, Ausreißer eliminiert, Standardabweichungen berechnet, Mittelwerte gebildet und die Genauigkeiten der Messergebnisse bestimmt. Diese Daten werden anschließend tabellarisch zusammengefasst, um einzelne Systeme, Berechnungsmethoden und Beobachtungsintervalle vergleichen zu können.

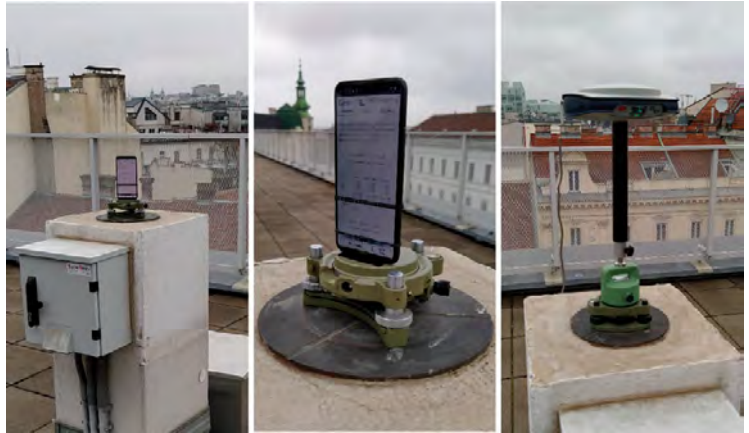


Abb. 2: Smartphone und Referenzempfänger auf zwei Messpfeilern



Abb. 1: Arbeitsablauf in Form eines Flussdiagramms

3. Analyse von Langzeitbeobachtungen

Vorerst wurden Langzeitmessungen über 150 Minuten auf dem Messdach im Dezember 2020 durchgeführt. Das Smartphone wurde hierfür mit einer Halterung in einem Dreifuß auf einem Messpfeiler montiert (siehe Abbildung 2). In kurzer Entfernung wurde auf einem zweiten Pfeiler der Referenzempfänger SP80 positioniert. Die Rohdaten wurden mit einer Auflösung von einer Sekunde aufgezeichnet.

3.1 Satellitenverfügbarkeit und -qualität

Über einen Messzeitraum von 150 Minuten, der hier betrachtet wird, wurden die Signale von 56 Satelliten aufgezeichnet. Davon konnten von 21 Satelliten die Daten auf zwei Frequenzbändern aufgenommen werden. Tabelle 2 zeigt die maximale und minimale Satellitenanzahl je System und Frequenz, welche während der Messung gleichzeitig beobachtet werden konnten. Die Anzahl beobachteter Satelliten war bei GPS am höchsten, allerdings konnte nur rund die Hälfte auf zwei Frequenzen beobachtet werden. Im Gegensatz dazu war die Anzahl an Galileo-Satelliten niedriger, es konnten aber von nahezu allen Satel-

System	Frequenz	Total	Max	Min
GPS	L1	18	12	7
	L5	10	6	4
GLONASS	L1	12	10	5
GALILEO	E1	11	9	6
	E5a	11	8	6
BEIDOU	B1	15	11	6

Tab. 2: Satellitenanzahl in Abhängigkeit vom System und Frequenzband

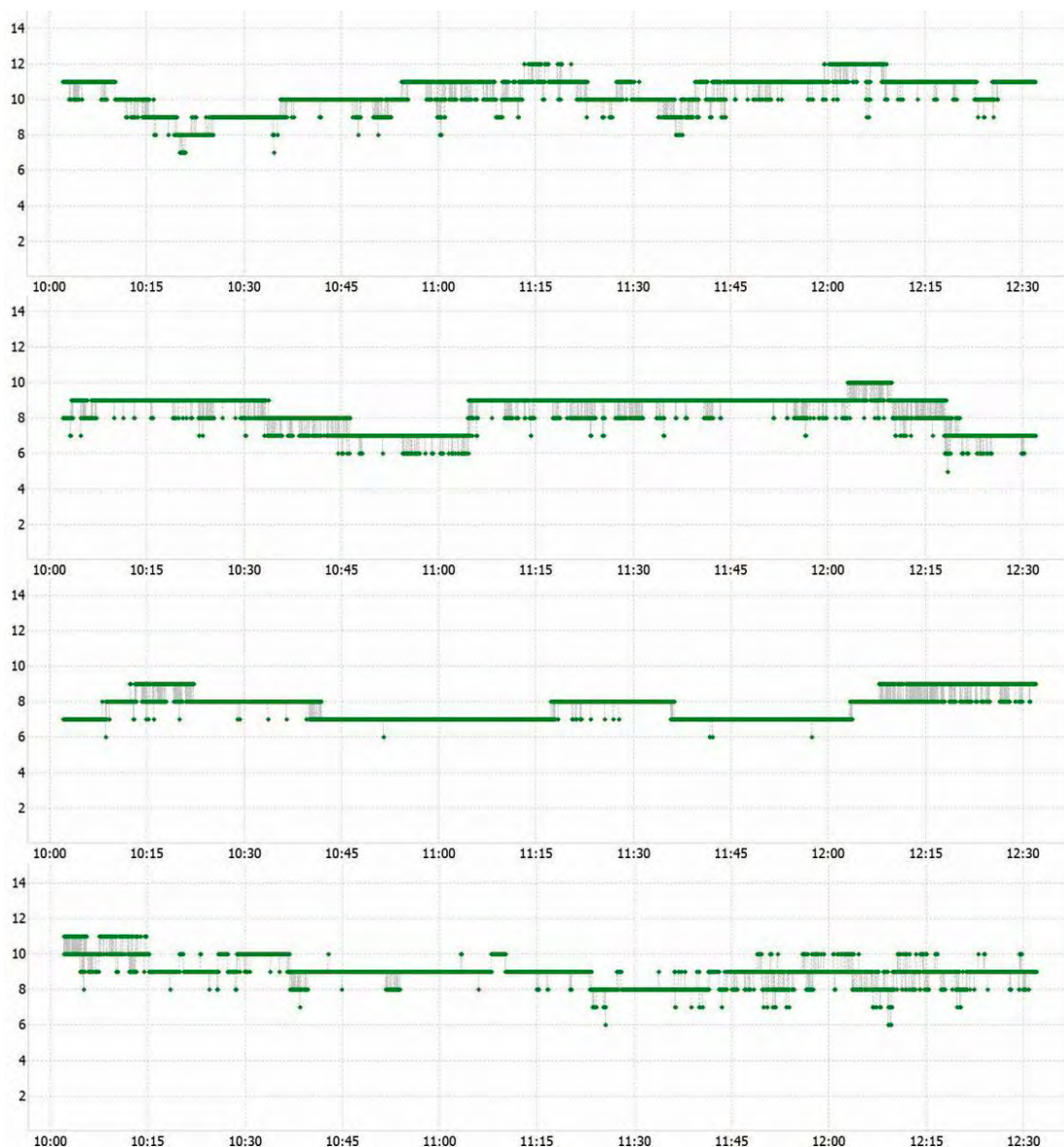


Abb. 3: Satellitenanzahl über den Beobachtungszeitraum von 150 Minuten; (Reihenfolge von oben nach unten: GPS, Glonass, Galileo, Beidou)

liten beide Frequenzen empfangen werden. Abbildung 3 zeigt die Veränderung der Satellitenanzahl der einzelnen Systeme im zeitlichen Verlauf der Messung. GPS und Beidou weisen einen großen Schwankungsbereich auf, während die Galileo-Satellitenanzahl bis auf einige Ausreißer relativ konstant bleibt. Eine Beurteilung der Qualität der aufgezeichneten Signale kann über Betrachtung des SNR (Signal to Noise Ratio) in dBHz erfolgen. Zusätzlich wurde die Anzahl der Signalabbrüche

analysiert. Die Analysen zeigen, dass das SNR für die Frequenzbänder L1, R1, E1 und B1 aller Satelliten über den Beobachtungszeitraum nur selten unterhalb von 48 dBHz liegen. Die niedrigsten Werte liegen unterhalb von 12 dBHz. Im Vergleich dazu haben die Referenzstationen des EPOSA Netzes deutlich höhere SNR-Werte, die teilweise bei über 56 dBHz liegen. Die Signalstärke sinkt nie unter 22 dBHz.

Abbildung 4 zeigt die Satellitenkonstellation der GPS-Satelliten in Form eines Skyplots. Die Daten

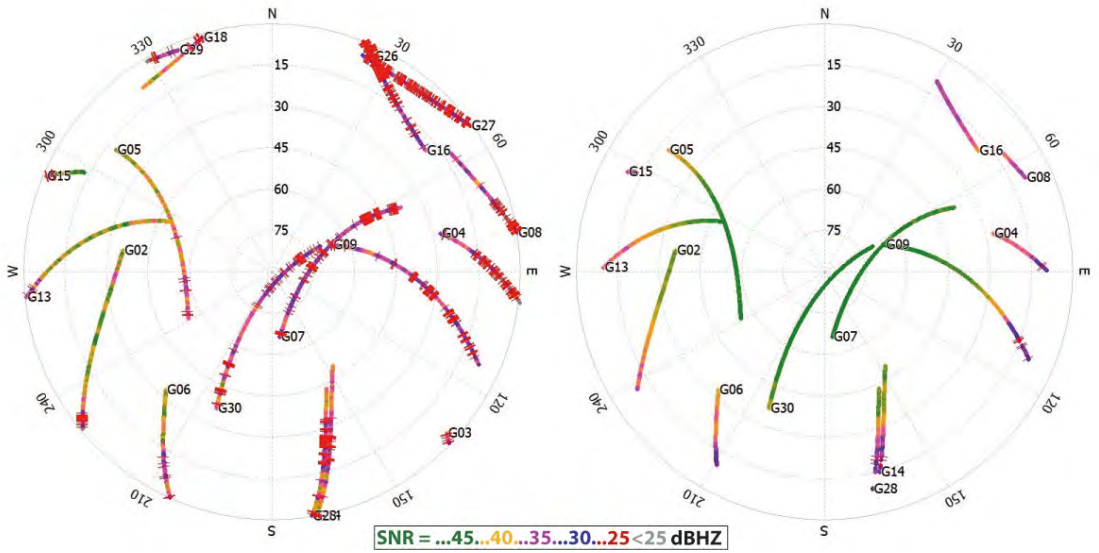


Abb. 4: Skyplot der GPS-Satelliten mit farblicher Darstellung des SNR (links Pixel 5, rechts SP80)

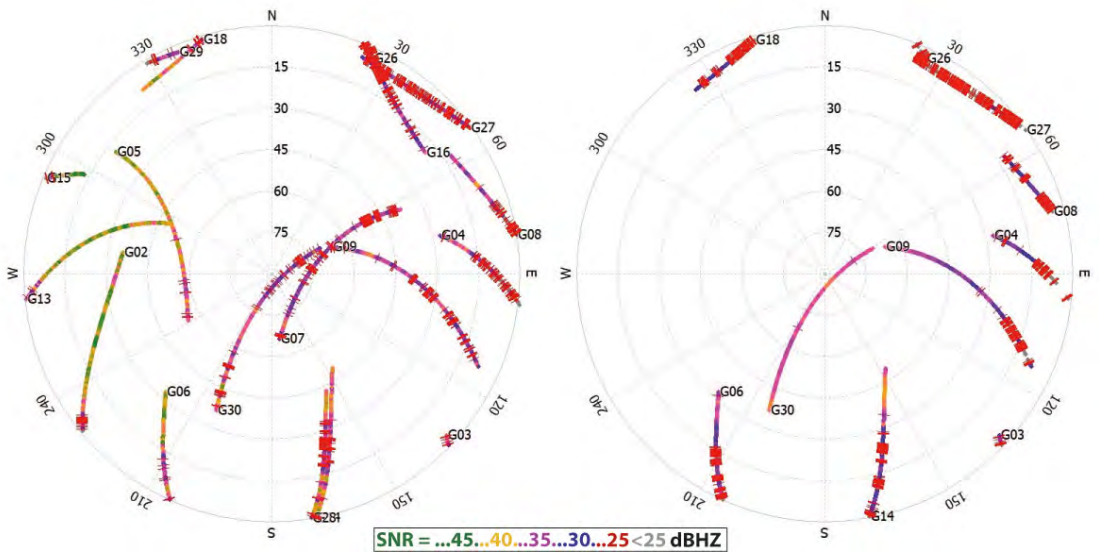


Abb. 5: Skyplot der GPS-Satelliten des Google Pixel 5 mit farblicher Darstellung des SNR; (links L1, rechts L5)

des Pixel 5 Smartphones (links) werden mit den Aufzeichnungen des Referenzempfängers SP80 (rechts) verglichen. Da die beiden Empfänger nur einige Meter voneinander entfernt waren, können die Bedingungen als identisch angesehen werden. Aus den Skyplots kann die Satellitenbewegung, die Signalstärke und die Anzahl der Signalabbrüche abgelesen werden. Die Signalstärke wird anhand einer Farbskala beschrieben, Signalabbrüche sind durch einen roten Balken gekennzeichnet.

Direkt zu erkennen ist die hohe Anzahl an Cycle Slips beim Pixel 5. Beim SP80 kommen Signalabbrüche lediglich bei einer sehr niedrigen Elevation vor. Während bei dem Referenzempfänger die Signalstärke im Zenit am höchsten ist, finden beim Pixel 5 selbst hier noch Signalabbrüche statt. Lediglich im Westen konnten relativ kontinuierliche Signale mit einem SNR von über 45 dBHz aufgezeichnet werden. Insgesamt ist die Signalstärke beim Pixel 5 deutlich niedriger als

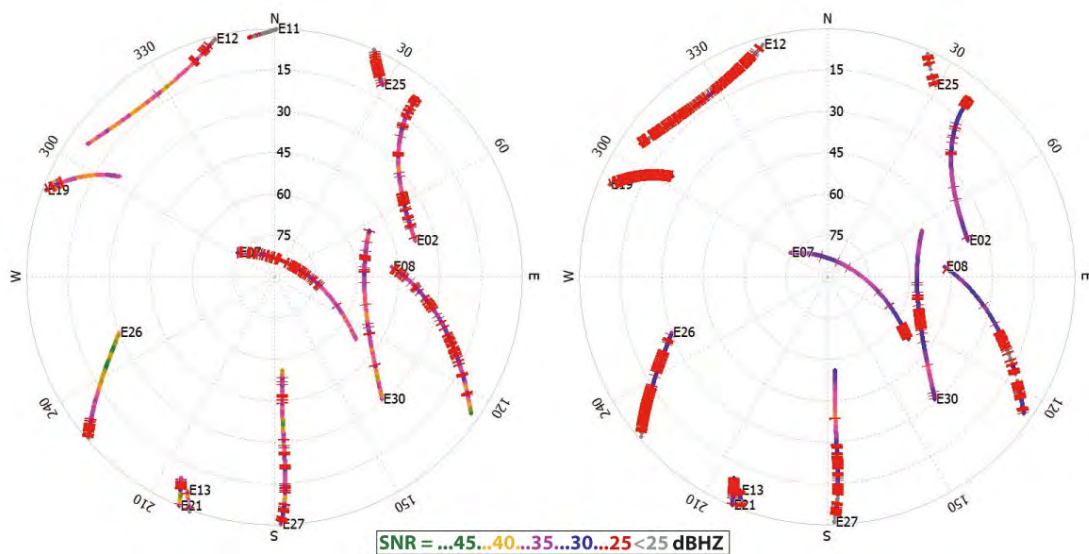


Abb. 6: Skyplot der Galileo-Satelliten des Google Pixel 5 mit farblicher Darstellung des SNR; (links E1, rechts E5a)

beim SP80. Unterhalb einer Elevation von etwa 10° liegen keine Aufzeichnungen des SP80 vor. Das Pixel 5 konnte die Satelliten auch unterhalb dieses sehr niedrigen Winkels beobachten.

Abbildung 5 zeigt die Skyplots der GPS-Bänder L1 (links) und L5 (rechts). Es ist zu erkennen, dass acht Satelliten G02, G05, G07, G13, G15, G16, G28 und G29 nur auf einer Frequenz beobachtet werden konnten. Viele dieser Satelliten befinden sich eher im Westen. Auffällig ist, dass einige der Satelliten, von denen nur das L1-Band beobachtet werden konnte, eine höhere Signalstärke aufweisen. Die Anzahl der Cycle Slips hängt bei L5 stark von der Elevation ab. Oberhalb von 30° brechen die Signale nur sehr selten ab. Bei L1 scheint diese Abhängigkeit nicht so stark ausgeprägt zu sein. Der Satellit G30 konnte auf beiden Frequenzbändern beobachtet werden. Auffällig ist, dass dessen Signal bei L5 nur zwei Mal abbricht, bei L1 hingegen deutlich öfter. Bei den restlichen Satelliten ist die Anzahl an Cycle Slips im L5-Band höher.

Abbildung 6 zeigt die Skyplots der Galileo-Bänder E1 (links) und E5a (rechts). Bis auf den Satelliten E11 konnten alle Satelliten auf zwei Frequenzbändern beobachtet werden. E11 weist eine sehr niedrige Elevation und Signalstärke auf. Cycle Slips finden deutlich häufiger im E5a-Band als im E1-Band statt, wenn man den Elevationsbereich 0° bis 30° betrachtet. E07 befindet sich zeitweise nahezu im Zenit. Im E5a-Band liegen bei diesem Satelliten deutlich weniger Signalab-

brüche als im E1-Band vor. Anders sieht es bei E26 aus. Die Signalstärke der Frequenz E1 ist relativ hoch, die Signale auf der Frequenz E5a brechen jedoch häufig ab. Auf dem Band E1 konnten unterbrechungsfreie Signale ähnlich wie bei den GPS-Satelliten eher im Westen aufgezeichnet werden.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Signalqualität im Vergleich zu einem geodätischen GNSS-Empfänger deutlich niedriger ist. Die Signale sind beträchtlich schwächer und es kommt öfter zu Signalabbrüchen. Die Position der Satelliten spielt eine Rolle, da die Signale beim Pixel 5 im Westen meist stärker sind. Eine Beeinträchtigung der Signalqualität durch ein im Süden liegendes Gebäudedach kann nicht ausgeschlossen werden. Auf den Referenzempfänger hat die Himmelsrichtung keinen Einfluss. Obwohl anzunehmen ist, dass die Signale der im Zenit stehenden Satelliten die höchste Qualität aufweisen, trifft dies auf die Frequenzbänder L1 und E1 des Pixel 5 nicht zu. Bei L5 und E5a ist hingegen eine Qualitätssteigerung mit zunehmender Elevation zu beobachten.

3.2 Vorgaben für die Berechnung der Positionslösungen

Im Folgenden wurden aus den aufgezeichneten Rohdaten Positionslösungen (nachfolgend: Lösungen) mit Hilfe der Funktion RTKPost des Softwarepakets RTKLib berechnet. Untersucht wurden wie eingangs erwähnt die drei Positionierungsmethoden SPP, PPP und DGNS. Hierbei wurde sowohl eine Auswertung über den ge-

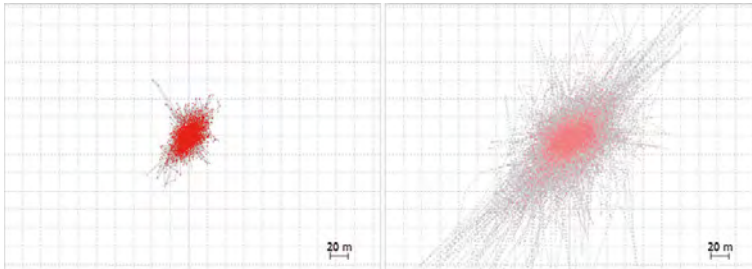


Abb. 7: SPP-Positionslösungen für GPS und Glonass

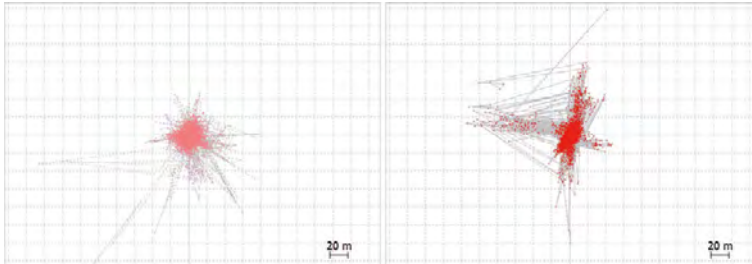


Abb. 8: SPP-Positionslösungen für Galileo und Beidou

samen Messzeitraum als auch eine Auswertung unterteilt in einzelne Intervalle vorgenommen. Neben den Unterschieden der einzelnen GNSS und der Positionierungsmethoden wurde der Einfluss der Ephemeriden (Broadcast/Precise) und der Uhrenkorrekturparameter untersucht. Um die Genauigkeit der Ergebnisse beschreiben zu können, wurden die Abweichungen zu den Referenzkoordinaten berechnet. Da diese Koordinaten im ETRS89 vorliegen, die GNSS-Lösungen jedoch im WGS84, müssen die Koordinaten des Messpfilers transformiert werden (Höggerl et al., 2007). Zusätzlich wird zu allen Koordinaten der Positionslösungen eine UTM-Projektion berechnet, um Aussagen über die Lage- und Höhenqualität zu treffen.

3.3 Single Point Positioning (SPP)

Bei SPP werden lediglich die Codebeobachtungen in die Berechnung mit einbezogen. Eine Frequenzwahl kann nicht vorgenommen werden. Durch Anwählen der Option RAIM FDE (Receiver Autonomous Integrity Monitoring Fault Detection and Exclusion) werden Beobachtungen, welche zu unwahrscheinlichen Lösungen führen, im Vorhinein ausgeschlossen. Für die SPP Auswertung wurden zuerst das RINEX-Observation-File und je nach verwendetem System das entsprechende Navigation-File (Broadcast Ephemeriden) verwendet. Die Navigation-Files für GPS und Glonass wurden über EPOSA bezogen. Für Ga-

lileo und Beidou wurden die Multi-GNSS Experiment Files (MGEX) des IGS verwendet.

Zuerst wurden Lösungen für jeweils ein Satellitensystem berechnet. Die vier entstandenen Ergebnisse werden nachfolgend verglichen. In Abbildung 7 sind die Verteilungen der Lösungen für GPS und Glonass dargestellt, in Abbildung 8 die Verteilungen für Galileo und Beidou. Um die Grafiken vergleichbar zu machen, werden Linienabstände für die Koordinatengitter von 20 Metern gewählt. Anhand der Darstellungen können bereits erste Aussagen über die Ergebnisse getroffen werden. Die Glonass-Lösungen weisen eine deutlich höhere Streuung

auf als die GPS- und Galileo-Lösungen. Galileo besitzt mehr weit entfernte Ausreißer als GPS, obwohl die Verteilungen ähnlich sind. Die Beidou-Lösungen sind sehr stark entlang der Koordinatenachsen verteilt.

Im Folgenden wurden die verschiedenen GNSS miteinander kombiniert. Die Positionslösungen wurden auf zwei Arten berechnet. Tabelle 3 enthält die Lösungen der einzelnen GNSS („G“ für GPS, „R“ für Glonass, „E“ für Galileo und „C“ für Beidou) in den ersten vier Zeilen sowie verschiedene Kombinationen von Lösungen der unterschiedlichen GNSS (z.B. „GR“ für GPS und Glonass und „GREC“ für alle vier GNSS). Der Parameter n beschreibt die Anzahl tatsächlich verwendeter Lösungen nach Eliminieren der Ausreißer. Die Extremwerte sind jeweils rot bzw. grün markiert. Alle Angaben in dieser sowie in den folgenden Tabellen besitzen die Einheit Meter. Betrachtet man zunächst die Systeme unabhängig, konnten mit Galileo über 7000 Lösungen über die 150 Minuten Beobachtungszeit und mit GPS nur ca. 4000 Lösungen berechnet werden. Bei den Standardabweichungen fällt auf, dass die Abweichungen in der Höhe – wie zu erwarten – bei allen Systemen am größten sind. Die höchste Streuung weist Glonass mit einer gesamten Standardabweichung von über 30 m auf. Die niedrigsten Standardabweichungen weisen Galileo und Beidou auf. Insgesamt ist die Abweichung von den Sollkoordinaten des Messpfilers bei Galileo am niedrigsten. Der

SPP	150 min 16.12.2020 10:02 - 12:32					Kombinierte Lösungen mit RTK-POST					
	n	Std E	Std N	Std U	Std Lage	Std Gesamt	Abw E	Abw U	Abw Lage	Abw Gesamt	
G	4045	4.532	5.842	12.407	7.394	14.443	1.988	0.882	-1.853	2.175	2.858
R	5496	12.788	11.137	25.225	16.958	30.395	0.256	5.110	5.672	5.116	7.638
E	7084	3.650	3.795	9.4024	5.265	10.776	-0.598	-0.466	0.544	0.758	0.933
C	5728	3.334	5.506	8.864	6.437	10.955	-0.470	-1.220	0.483	1.307	1.393
GR	514	3.704	3.863	8.519	5.351	10.060	2.119	1.987	-2.048	2.905	3.554
GE	2030	2.709	2.837	6.264	3.923	7.391	0.948	-0.332	-0.348	1.005	1.063
GC	965	2.008	2.909	5.460	3.535	6.505	0.882	-0.539	1.330	1.034	1.685
RE	2346	3.558	3.058	7.969	4.691	9.247	-0.664	1.001	0.812	1.201	1.450
RC	1074	2.614	3.622	6.783	4.467	8.122	0.536	2.183	1.090	2.248	2.498
EC	3738	1.863	2.938	4.631	3.479	5.792	-0.139	-0.154	1.054	0.208	1.074
GRE	205	2.315	2.372	5.709	3.314	6.601	1.054	0.987	0.275	1.444	1.470
GRC	88	2.026	2.866	5.047	3.510	6.147	1.360	1.105	1.474	1.752	2.290
GEC	500	1.650	2.268	4.531	2.805	5.329	0.673	-0.489	0.889	0.831	1.217
REC	540	1.945	2.511	4.471	3.176	5.484	0.447	1.638	0.887	1.698	1.916
GREC	39	1.321	2.195	4.325	2.562	5.027	1.070	0.574	2.607	1.214	2.876

Tab. 3: Vergleich der SPP-Ergebnisse für die einzelnen Satellitensysteme und ihre Kombinationen

Helmert'sche Punktlagefehler (Spalte „Abw Lage“) beträgt in diesem Fall rund 76 cm. Bei der Kombination der verschiedenen GNSS fällt offensichtlich auf, dass die Anzahl der brauchbaren Lösungen n sehr stark abnimmt. Bei der Kombination aller vier GNSS, beträgt die Anzahl n nur mehr 39. Die zugehörigen Standardabweichungen in Ost (E), Nord (N) und der Up (U) Komponente fallen aber am kleinsten aus. Die kleinsten Abweichungen von den Sollkoordinaten in der Lage wurden bei der Kombination Galileo mit Beidou (EC) mit einem Wert von nur 21 cm erzielt. Obwohl zu erwarten war, dass mit der Kombinationslösung aus GPS und Galileo die geringste Abweichung erzielt wird, erreicht diese lediglich eine Lagegenauigkeit von rund 1 m. Dies ist auf die im Vergleich zu den Beidou-Ergebnissen höhere Standardabweichung und geringere Genauigkeit der GPS-Lösungen zurückzuführen.

3.4 Precise Point Positioning (PPP)

Für PPP können mit RTKPost lediglich Lösungen für GPS und GLONASS berechnet werden, da die Qualität der Beobachtungen der beiden anderen Systeme zu niedrig ist. Die Signalstärke ist gering und die Signale brechen häufig ab. RTKPost schaltet daher bei diesen Systemen automatisch in den SPP-Modus um. Da für Glonass lediglich Beobachtungen auf einem Frequenzband vorliegen, konzentrierte sich die folgende Auswertung auf GPS.

Zuerst wurden Positionen für den gesamten Beobachtungszeitraum berechnet. Hierbei wurde der Einfluss der Ephemeriden und der Uhrenkorrektur untersucht. Zuerst wurde eine PPP-Lösung mit Broadcast-Ephemeriden berechnet, anschlie-

ßend eine Lösung mit den Final Orbits des IGS und schließlich wurden Uhrenkorrekturparameter zusätzlich zu den Final Orbits verwendet. Abbildung 9 zeigt die Final Orbit-Lösung einmal mit Uhrenkorrektur (türkis) und einmal ohne (lila). Beide Lösungen liegen sehr nah beieinander. Die Lösung unter Berücksichtigung der Uhrenkorrektur ist allerdings um wenige Zentimeter nach Norden und nach Osten verschoben.

In Tabelle 4 sind Ergebnisse des PPP über den gesamten Beobachtungszeitraum zusammengestellt. Die Anzahl ermittelter Lösungen unterscheidet sich je nach verwendeter Bahndaten und Korrekturen. Durch Verwenden der Final Orbits reduziert sich die Lösungsanzahl um etwa 400 Ergebnisse. Werden zusätzlich Uhrenkorrekturdaten verwendet, erhält man nochmals knapp 20 Ergebnisse weniger. In dieser Arbeit wurden vorerst nur Lösungen in 10-minütigen Intervallen untersucht, um realistische Beobachtungszeiten für Aufnahmen beispielsweise zur GIS Datenerfassung zu untersuchen. Eine Aussage über das Konvergenzverhalten der Ambiguitätenfixierung kann hierbei nicht getroffen werden. Dies wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Die berechneten Standardabweichungen in Ost- und Nord-Richtung liegen bei allen Herangehensweisen in der Größenordnung von wenigen Dezimetern. Die Standardabweichungen der Höhe liegen bei knapp einem Meter. Die Standardabweichungen sind somit um mehr als den Faktor 10 kleiner als die vergleichbaren GPS-Ergebnisse der SPP-Lösung über 150 Minuten. Auch die Abweichungen von den Sollkoordinaten sind unabhängig von den verwendeten Bahndaten kleiner als die der SPP-Lösung. Interessant ist der

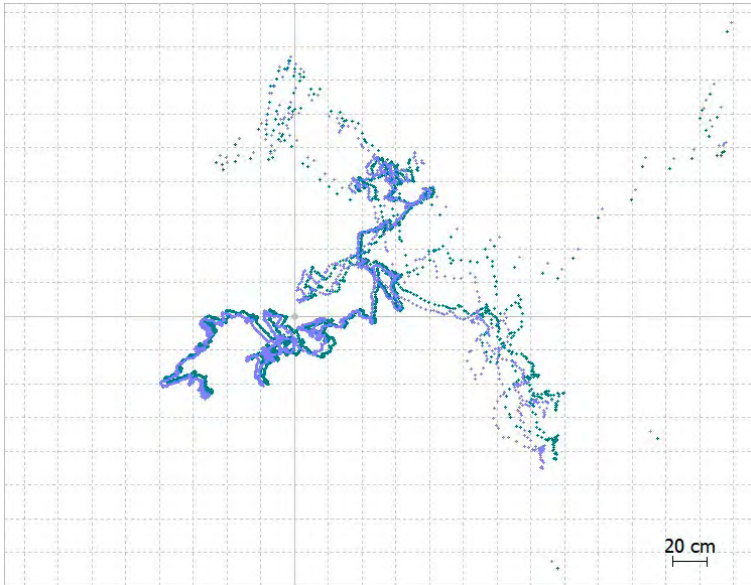


Abb. 9: PPP-Positionslösungen mit einer Auflösung von 1s und Final Orbit-Lösungen mit/ohne Uhrenkorrektur (türkis/lila)

weichung von 1,73 m erhöht werden. Werden zusätzlich zu den Final Orbits Uhrenkorrekturdaten verwendet, kann die Genauigkeit weiter gesteigert werden. Sowohl die Lage- als auch die Gesamtgenauigkeit reduzierten sich um rund 3 cm weiter.

Im Folgenden wurde der Messzeitraum in 10-Minuten-Intervalle aufgeteilt, um kürzere Beobachtungszeiten zu simulieren. Zuerst wurden die Lösungen, welche mit Broadcast Ephemeriden berechnet wurden, betrachtet (Tabelle 5). Anschließend wurden Lösungen mit den Final Orbits berechnet (Tabelle 6). Eine ähnliche Aufteilung in Intervalle bei SPP zeigte, dass die erreichbaren Genauigkeiten

Genauigkeitsunterschied zwischen den Broadcast Ephemeriden und den Final Orbits. Die Lagegenauigkeit konnte durch die Verwendung der genaueren Bahndaten um knapp 80 cm auf eine Abweichung von 95 cm gesteigert werden. Die Gesamtgenauigkeit konnte um 36 cm auf eine Ab-

beträchtlich unterschiedlich sein können. Dies bestätigt sich auch bei PPP. Die Abweichungen vom Referenzpunkt unterscheiden sich je nach betrachtetem Intervall stark, wobei die Lageabweichungen um mehrere Meter variieren können. Diese deutlichen Schwankungen können unter

150 Min	16.12.2020 10:02 - 12:32					GPS Precise Point Positioning					
	n	Std E	Std N	Std U	Std Lage	Std Gesamt	Abw E	Abw N	Abw U	Abw Lage	Abw Gesamt
BC Ephemeris	4045	0.282	0.439	0.845	0.522	0.993	1.719	-0.182	-1.171	1.728	2.087
Final Orbit	3630	0.369	0.223	0.953	0.431	1.045	0.903	0.287	1.443	0.948	1.726
Final + Clk. Cor.	3613	0.372	0.222	0.936	0.433	1.031	0.876	0.275	1.425	0.918	1.695

Tab. 4: Vergleich der PPP-Lösungen mit verschiedenen Ephemeriden und Korrekturdaten

PPP	Broadcast Ephemeris GPS		Intervalle 10 Min			16.12.2020					
	n	Std E	Std N	Std U	Std Lage	Std Gesamt	Abw E	Abw N	Abw U	Abw Lage	Abw Gesamt
10:02	447	0.319	0.657	4.206	0.731	4.268	0.337	-1.283	-2.636	1.327	2.951
10:12	421	0.702	0.997	1.377	1.219	1.839	1.377	-1.998	0.218	2.427	2.436
10:22	429	0.862	0.432	2.2633	0.964	2.460	0.265	0.041	9.141	0.268	9.144
10:32	364	0.662	1.355	2.381	1.508	2.818	3.457	2.676	0.085	4.372	4.373
10:42	309	1.356	0.524	1.660	1.454	2.207	4.530	4.226	-5.040	6.195	7.987
10:52	245	1.269	0.609	2.640	1.408	2.991	4.741	0.677	-7.367	4.789	8.787
11:02	328	1.007	2.122	1.299	2.348	2.684	0.773	-2.516	-0.815	2.632	2.755
11:12	451	0.742	1.095	1.170	1.322	1.766	1.559	2.095	-0.121	2.611	2.614
11:22	471	0.342	1.387	0.702	1.428	1.592	5.088	0.649	-2.787	5.129	5.837
11:32	406	0.695	3.628	3.892	3.693	5.366	0.474	-8.129	16.620	8.143	18.508
11:42	285	1.147	1.606	2.066	1.974	2.857	1.931	3.074	-5.539	3.630	6.623
11:52	165	1.499	0.757	2.890	1.680	3.343	3.512	5.249	-5.115	6.316	8.127
12:02	149	1.924	2.161	0.915	2.893	3.034	-6.348	-3.498	7.548	7.248	10.464
12:12	165	1.079	2.564	1.336	2.782	3.086	-5.183	-4.372	2.204	6.781	7.130
12:22	313	0.603	1.331	0.927	1.461	1.730	1.761	2.608	6.968	3.147	7.646
Mittel	330	0.947	1.415	1.982	1.703	2.613	1.218	-0.033	0.891	1.219	1.510

Tab. 5: PPP-Intervalllösungen über jeweils 10 Minuten mit GPS Broadcast Ephemeriden

PPP	Final Orbits		GPS		Intervalle 10 Min		16.12.2020				
	n	Std E	Std N	Std U	Std Lage	Std Gesamt	Abw E	Abw N	Abw U	Abw Lage	Abw Gesamt
10:02	360	0.431	0.567	4.889	0.712	4.941	0.266	-0.029	-0.988	0.268	1.023
10:12	301	0.933	1.091	1.949	1.436	2.421	0.343	-0.989	2.345	1.047	2.568
10:22	325	0.770	0.691	2.662	1.034	2.856	0.296	0.623	10.069	0.690	10.092
10:32	253	0.623	1.698	1.841	1.808	2.581	2.698	4.481	0.630	5.230	5.268
10:42	171	1.283	1.001	3.014	1.628	3.425	2.906	4.891	-5.858	5.689	8.166
10:52	136	1.638	0.729	6.113	1.793	6.370	4.094	3.818	-14.206	5.598	15.269
11:02	257	0.794	1.756	1.088	1.927	2.213	1.311	-1.205	-1.727	1.781	2.481
11:12	398	0.820	0.910	1.208	1.225	1.720	1.259	1.306	0.837	1.814	1.998
11:22	445	0.342	1.086	0.737	1.138	1.356	4.919	0.867	-2.882	4.995	5.767
11:32	332	0.669	3.250	3.359	3.319	4.722	0.788	-7.873	16.313	7.912	18.130
11:42	198	1.167	1.205	1.815	1.678	2.472	1.355	2.874	-5.418	3.178	6.281
11:52	92	1.482	1.003	4.994	1.790	5.305	4.033	5.538	-5.170	6.851	8.582
12:02	92	1.494	1.575	1.469	2.171	2.621	-5.596	-3.315	9.938	6.505	11.878
12:12	83	1.428	2.391	2.727	2.785	3.898	-4.141	-2.783	-0.028	4.989	4.989
12:22	190	0.817	0.564	0.625	0.993	1.173	1.559	1.870	4.889	2.435	5.461
Mittel	242	0.979	1.301	2.566	1.629	3.039	1.073	0.672	0.583	1.265	1.393

Tab. 6: PPP-Intervalllösungen über jeweils 10 Minuten mit IGS Final Orbits

anderem auf die über den Beobachtungszeitraum stark variierende Satellitenanzahl (siehe Abbildung 3) und die oft niedrige Signalqualität zurückgeführt werden. Im besten Fall werden Genauigkeiten unterhalb von einem Meter erzielt. Es liegt aber auch ein Ergebnis mit Abweichungen von über 8 m vor. Gemittelt erhält man eine Lageabweichung von 1,22 m. Aufgrund der starken Schwankungen wird dieser Wert jedoch von jedem Intervall stark beeinflusst. Gleiches gilt für die Abweichung in 3D. Auch hier schwanken die Ergebnisse der einzelnen Intervalle um mehrere Meter. Insgesamt wird eine Abweichung von 1,51 m erreicht. Die Anzahl der Positionen je Intervall ist bei den mit Final Orbits berechneten Ergebnissen (Tabelle 6) kleiner, schwankt jedoch ebenfalls stark je nach betrachtetem Intervall. Während sich die Standardabweichungen wenig verändert haben, sind die gemittelten Lageabweichungen kleiner geworden. Die Gesamtstandardabweichungen unterscheiden sich nur um wenige Zentimeter. Die Abweichungen vom Referenzpunkt sind stark vom jeweiligen Intervall abhängig und variieren um mehrere Meter. Die gemittelte Lagegenauigkeit liegt bei 1,27 m und ist somit um knapp 5 cm kleiner als bei der Lösung mit Broadcast Ephemeriden. Wird die Höhe hinzugezogen, wird die Genauigkeit gesteigert. Die Verbesserung der Höhe liegt bei etwa 30 cm. Es kann eine gemittelte Abweichung von 0,58 m erzielt werden.

3.5 Differential GNSS - Basislinie

Als weitere Methode wurde die Positionsbestimmung mit Hilfe einer Basislinienauswertung untersucht. Hierzu wurden fünf Basislinien mit

unterschiedlichen Längen berechnet. Als Basis dienten die drei EPOSA-Stationen Leopoldau, Baden und Traisen in und rund um Wien, eine virtuelle Referenzstation und der Vergleichsempfänger SP80, welcher sich ebenfalls auf dem Messdach befindet. Die Basislinien haben die Längen von 9,2 km, 23,5 km, 58,5 km, 0,6 km und 12 m. Von den Messungen der EPOSA Referenzstationen konnten nur L1-Daten von GPS und Glonass miteinbezogen werden, da zum Zeitpunkt der Messungen im Dezember 2020 uns keine L5-Daten zur Verfügung standen. Diese können erst seit Jänner dieses Jahres über den RINEX-Server bezogen werden. Die Daten der EPOSA Stationen konnten über diesen Server für den Messzeitraum in einer Auflösung von 1 s bezogen werden. Die Daten der virtuellen Referenzstation wurden freundlicherweise von der Forschungsgruppe Höhere Geodäsie der TU Wien bereitgestellt. Auch die Daten des SP80 liegen sekundlich vor.

Tabelle 7 enthält jeweils die Einzellösungen der Systeme sowie die kombinierten Ergebnisse, wobei die Ergebnisse für jede Referenzstation über den gesamten Beobachtungszeitraum von 150 Minuten aufgeführt sind. Die Positionslösungen wurden auf zwei Arten berechnet. In Tabelle 7 sind einerseits die Lösungen aufgeführt, bei welchen die einzelnen Systeme mit RTKPost kombiniert werden. Der Algorithmus berechnet nur Lösungen, welche optimal zu allen gewählten Systemen passen. Als Folge sinkt die Lösungsanzahl n mit Zunahme der Systeme. Daher wurde eine weitere Berechnungsmethode mit Matlab realisiert, bei der nur die Ausreißer eliminiert und die einzelnen Abweichungen berechnet werden. Dadurch erhöht

Basislinie		150 Min	16.12.2020			10:02 - 12:32						
		n	Std E	Std N	Std U	Std Lage	Std Gesamt	Abw E	Abw N	Abw U	Abw Lage	Abw Gesamt
Leopoldau	G	4946	0.752	0.753	0.492	1.065	1.173	2.260	-1.516	1.059	2.722	2.920
	R	5830	1.807	1.642	2.059	2.441	3.193	4.830	6.829	9.074	8.365	12.341
	GR RTK Lib	993	2.192	1.484	9.7057	2.647	10.060	-9.658	-21.093	12.490	23.199	26.348
	GR Matlab	10774	1.745	4.149	4.035	4.501	6.045	3.444	2.637	4.831	4.337	6.492
Baden	G	4946	0.949	0.662	0.541	1.157	1.277	2.792	-1.355	1.091	3.104	3.290
	R	5828	3.535	1.023	6.436	3.680	7.414	15.641	9.424	-31.231	18.260	36.177
	GR RTK Lib	993	7.827	4.308	22.338	8.934	24.058	-41.637	-9.719	-15.842	42.756	45.596
	GR Matlab	10775	6.442	5.077	15.887	8.202	17.879	9.175	4.410	-15.155	10.180	18.256
Traisen	G	4946	0.791	1.271	0.784	1.497	1.690	3.162	-1.473	0.829	3.488	3.585
	R	5828	5.383	2.725	4.876	6.033	7.757	32.486	12.720	-10.383	34.887	36.399
	GR RTK Lib	993	3.325	2.069	3.811	3.916	5.464	-5.912	-23.995	15.581	24.713	29.214
	GR Matlab	10774	14.600	6.840	6.017	16.123	17.209	17.579	5.907	-4.464	18.544	19.074
VRSA	G	4946	0.480	1.148	0.605	1.244	1.384	4.168	-1.933	1.056	4.594	4.714
	R	5828	1.833	2.874	6.831	3.409	7.635	11.331	17.374	-17.223	20.742	26.960
	GR RTK Lib	995	3.405	2.329	7.441	4.125	8.508	-4.743	-25.757	17.665	26.190	31.590
	GR Matlab	10774	3.505	9.241	9.214	9.884	13.513	8.303	8.963	-8.067	12.218	14.641
SP80	G	4946	2.296	2.143	1.234	3.141	3.375	5.818	3.476	-2.974	6.778	7.401
	R	5828	5.946	2.349	4.484	6.393	7.809	21.504	31.705	-2.379	38.309	38.383
	GR RTK Lib	993	3.012	9.443	10.705	9.912	14.589	10.705	1.944	-22.771	10.880	25.236
	GR Matlab	10774	8.134	13.333	2.127	15.619	15.763	13.745	19.036	-2.664	23.479	23.630

Tab. 7: DGNSS-Lösungen für GPS und Glonass sowie kombinierte Lösungen mit unterschiedlichen Referenzstationen

sich die Anzahl der Lösungen deutlich. Unabhängig von der verwendeten Referenzstation weist die reine GPS-Lösung die kleinsten Standardabweichungen in allen drei Richtungen auf. Auch bei den erzielten Lage- und 3D-Genauigkeiten liegt diese Lösung vorne. Die besten Ergebnisse ergaben sich mit der EPOSA-Station Leopoldau als Basis. Hier werden eine Lageabweichung von 2,72 m und eine Gesamtabweichung von 2,92 m erreicht. Die Lösungen mit den EPOSA-Stationen Baden und Traisen als Basis weisen eine Abweichung von über 3 m auf, wobei die längere Basislinie eine etwas höhere Abweichung besitzt.

Im Vergleich zu den GPS-Lösungen fallen die Glonass-Ergebnisse deutlich ab. Sowohl die Standardabweichungen als auch die Abweichungen von den Referenzkoordinaten sind unabhängig von der verwendeten Basis deutlich höher. Abbildung 10 zeigt als Beispiel die Verteilungen der Einzelepochenlösungen für die Systeme GPS (gelb) und GLONASS (grün) mit der EPOSA Station Leopoldau als Basis. Die beiden Verteilungen weisen nahezu keine Ähnlichkeiten auf. Die GLONASS-Lösungen sind breiter gestreut als die GPS-Lösungen und ein Großteil der Lösungen liegt südlich von diesen.

Die Abweichungen der mit den beiden näheren Stationen VRSA und SP80 berechneten Lösungen sind um einige Meter höher. Die größte Abweichung (knapp 40 m) liegt bei der Basis SP80 vor, obwohl diese Referenzstation lediglich 12 m vom Rover entfernt ist. Die großen Abweichungen von

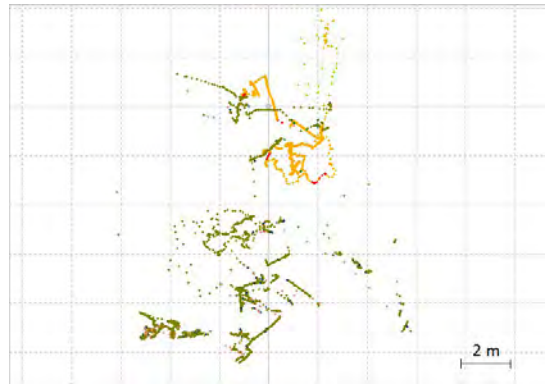


Abb. 10: DGNSS Einzelepochenlösungen für GPS (gelb) und GLONASS (grün) mit der EPOSA Station Leopoldau als Basis

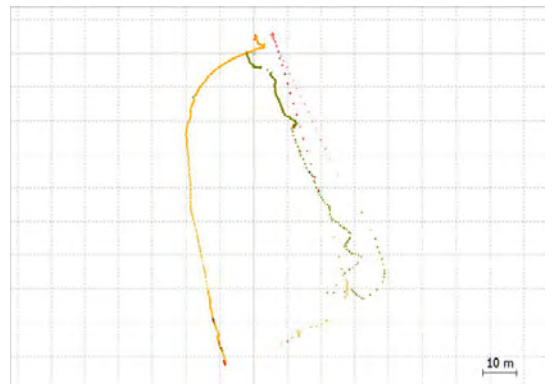


Abb. 11: DGNSS Einzelepochenlösungen mit der VRSA-Station (gelb) und dem SP80 auf Pfeiler 07 (grün) als Basis

den Sollkoordinaten wurden daher weiter untersucht. Als Beispiel sind in Abbildung 11 die Verteilungen der GPS-Lösungen mit der VRSA-Station (gelb) und dem SP80 auf Pfeiler 07 (grün) als Basis zu sehen. Auffällig ist der linienförmige Verlauf der beiden Lösungen, wobei die Abweichungen von den Sollkoordinaten mit der Zeit zunehmen. Die Ergebnisse sind nicht, wie zu erwarten wäre, um einen Wert gestreut.

Die kombinierten Lösungen weisen ebenfalls Abweichungen im Bereich von mehreren Metern auf. Die Abweichungen werden hierbei jedoch maßgeblich von den Glonass-Ergebnissen beeinflusst. Insgesamt können bei den mit Matlab kombinierten Ergebnissen höhere Genauigkeiten als bei den reinen RTKPost-Lösungen erzielt werden. Lediglich die Lage konnte bei der Basisstation SP80 mit der RTKPost-Lösung genauer bestimmt werden. Die schlechtesten Ergebnisse wurden mit der Basisstation Baden und der RTKPost-Lösung erzielt. Die Abweichung der Lage liegt bei 42 m. Wird die Höhenkomponente miteinbezogen steigt die Abweichung auf 46 m.

Aufgrund der großen Abweichungen von den Sollkoordinaten wurde in weiterer Folge ein Netzausgleich durchgeführt. Es wurden ein freier und ein gezwängter Ausgleich berechnet, in welchen die drei EPOSA-Stationen miteinbezogen wurden.

Vor der eigentlichen Ausgleichung wurden zusätzlich zu den drei berechneten Basislinien weitere Basislinien zwischen den einzelnen Referenzstationen berechnet. Hierbei wurden die Basislinien in beiden Richtungen bestimmt, sodass insgesamt 9 Basislinien für den Ausgleich zur Verfügung standen. Die Berechnungen erfolgten wieder mit RTKPost, wobei nun Basislinienvektoren ausgegeben wurden. In den Ausgleich flossen lediglich die gemittelten Werte der einzelnen Basislinien ein. Die Koordinaten der Referenzstationen sind bekannt und wurden für den freien Ausgleich als Datumpunkte und für den gezwängten Ausgleich als Festpunkte gewählt. Die Geometrie des Ausgleichs wird in Abbildung 12 dargestellt, wobei links der freie und rechts der gezwängte Ausgleich zu sehen ist. Die nach dem Ausgleich verbleibenden Abweichungen sind in Tabelle 8 aufgeführt. Die beiden Ergebnisse unterscheiden sich lediglich um einige Zentimeter. Mit dem gezwängten Ausgleich können kleinere Abweichungen erzielt werden. Die Lageabweichung beträgt hier 2,81 m. Die 3D-Abweichung liegt bei 2,99 m. Im Vergleich zu den GPS-Ergebnissen ohne Ausgleich mit der EPOSA-Station Leopoldau als Basis hat sich die Abweichung allerdings um knapp 10 cm vergrößert.

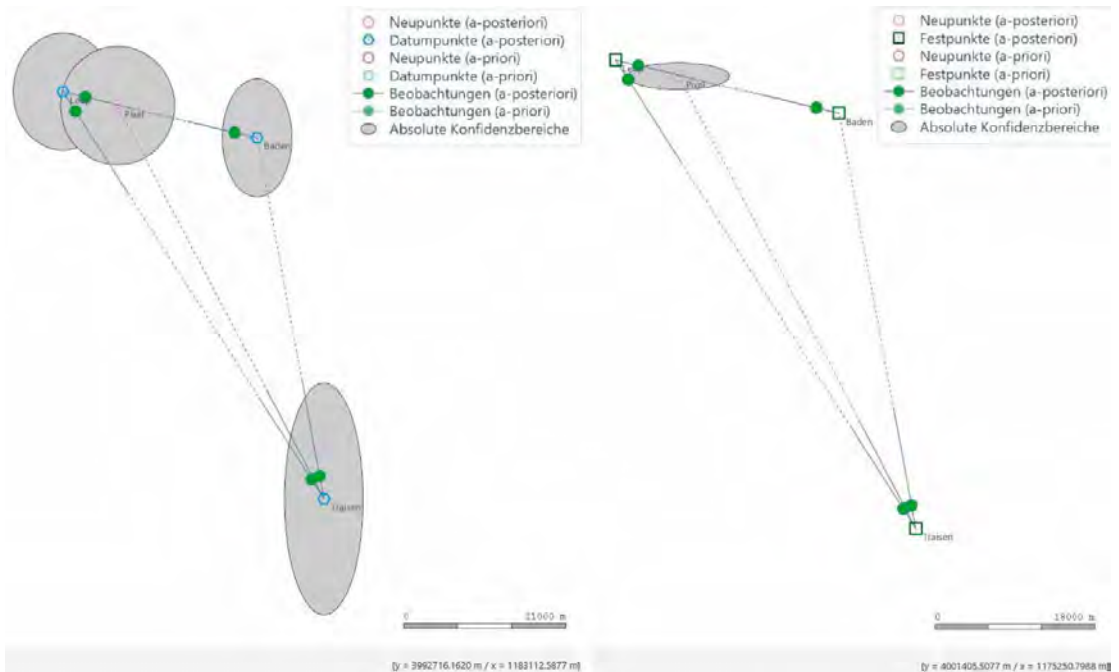


Abb. 12: Ergebnisse der freien (links) und gezwängten (rechts) Ausgleichungen mit Fehlerellipsen

Basislinie Ausgleich	150 Minuten			GPS	
	Abw E	Abw N	Abw U	Abw Lage	Abw Gesamt
Frei	2.528	-1.469	0.976	2.923	3.082
Gezwängt	2.391	-1.483	1.019	2.813	2.992

Tab. 8: Abweichungen nach Ausgleich der Basislinien

4. Kinematische Anwendungen

Um Anwendungsszenarien wie Leitungsdokumentationen oder die grobe Erfassung von Trassen zu simulieren, wurden Messungen entlang einer geradlinigen Strecke durchgeführt. Dies geschah, indem eine vorgegebene Strecke zwischen zwei bekannten Punkten mit einer Länge von 95,86 m in langsamem Tempo abgeschrieben wurde, wobei alle fünf Meter eine Pause von mehreren Sekunden eingelegt wurde (Stop-and-Go). Die Messdaten wurden kontinuierlich aufgezeichnet und die Strecke wurde sowohl im Hin- als auch im Rückweg beobachtet. Auf dem Hinweg wurden Messdaten über eine Dauer von 15 Minuten aufgezeichnet. Für den Rückweg lagen Daten über 8 Minuten vor. Die Pause zwischen den beiden Messungen betrug weniger als eine Minute. In der folgenden Analyse wurde die Höhe nicht miteinbezogen, sondern lediglich die Lage untersucht. Mit RTKPost wurden die GPS-, Glonass-, Galileo- und Beidou-SPP-Lösungen für den Hin- und Rückweg berechnet. Die so entstandenen 8 Positionsda-

teien wurden mit Matlab transformiert, zusammengefasst und geplottet (Abbildung 11). Es liegen insgesamt 3497 Positionslösungen vor. Nach Elimination von groben Fehlern und Ausreißern wurde

eine ausgleichende Gerade durch die erhaltene Punktwolke gelegt. Diese kann anschließend mit der rechnerisch ermittelten Strecke zwischen den beiden bekannten Punkten verglichen werden. Die Ausgleichsgerade (rot) und die Soll-Gerade (grün) sind in Abbildung 13 dargestellt. Die tatsächliche Strecke kann durch die Ausgleichsgerade gut nachgebildet werden. Allerdings besitzt die Ausgleichsgerade eine etwas kleinere Steigung. Dies führt zu einem zunehmenden Abstand der beiden Geraden. Der maximale Abstand beträgt 0,97 m. Ein Problem stellt der Start- und Endpunkt der ermittelten Strecke dar. Die Ausgleichsgerade ist zu lang und ragt mehr als 10 m über die Sollstrecke hinaus. Eine Detektion des Start- bzw. Endpunktes der Strecke ist über eine reine Betrachtung der Ausgleichsgeraden nicht möglich, da eine starke Streuung der Positionslösungen um diese beiden Punkte vorliegt. Es werden auch weiter entfernte Lösungen, welche in Verlängerung der Strecke liegen in die Berechnung der Parameter miteinbezogen. So kommt es zu einer Verschiebung des Start- und Endpunktes.

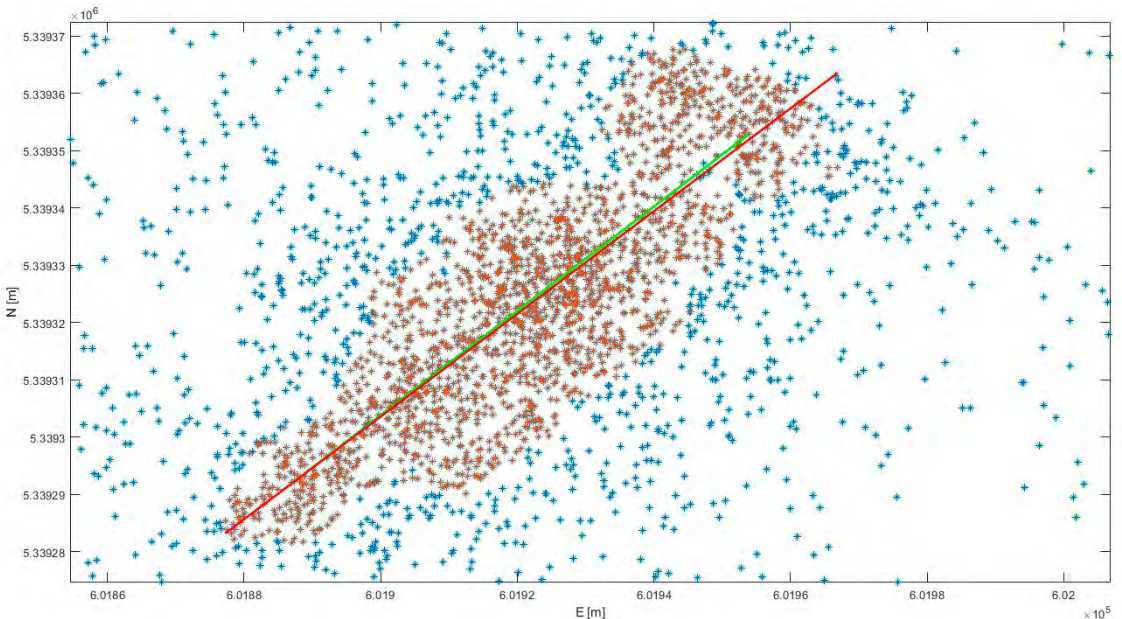


Abb. 13: Ausgleichende Gerade der Punktwolke entlang der zu untersuchenden Strecke. Die aus den bekannten Koordinaten berechnete Strecke ist in grün, die mit Hilfe der Nachbarschaftsanalyse aus den Punkten berechnete Strecke ist in rot dargestellt. In die Berechnung der ausgleichenden Geraden sind die roten Punkte einbezogen worden.

5. Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

Verglichen mit geodätischen GNSS-Empfängern ist die Qualität der Messdaten beim Google Pixel5 deutlich geringer. Die aufgezeichneten Satellitensignale sind schwächer und es kommt häufig zu Signalabbrüchen, welche auch im Zenit auftreten. Mit dem Pixel5 können lediglich GPS- und Galileo-Satelliten auf zwei Frequenzbändern beobachtet werden. Viele (ältere) geodätische Empfänger zeichnen die Daten der Frequenzbänder L1 und L2 auf. Das Pixel5 empfängt hingegen die Frequenzbänder L1 und L5. Diese Inkompatibilität erschwert die Basislinienauswertung. Eine weitere derzeitige Einschränkung bei den Messungen ist, dass lediglich die Hälfte der GPS-Satelliten auch das L5-Frequenzband unterstützen (16 Satelliten Stand Jänner 2021). Auffällig ist hier, dass gerade die Satelliten mit starken L1 Signalen nicht auf der zweiten Frequenz L5 beobachtet werden können. Die Galileo Satelliten können größtenteils auf beiden Frequenzen mit dem Pixel5 beobachtet werden. Die Signale der Bänder L5 und E5a sind insgesamt schwächer als die Signale der Bänder L1 und E1. Die hohe Anzahl an Signalabbrüchen und die oft niedrige Signalstärke erschweren die weitere Auswertung. PPP-Lösungen lassen sich lediglich für GPS und Glonass berechnen. Aber auch dies ist oft nicht für den gesamten Beobachtungszeitraum möglich. An diesen Stellen wechselt RTKPost automatisch in den SPP-Modus. Die Tatsache, dass in dem Pixel5 ein Zweifrequenz-Empfänger verbaut ist, kann in der Auswertung somit nur bedingt genutzt werden.

Die erzielbare Genauigkeit hängt unter anderem von der verwendeten Methode zur Positionsbestimmung und der Länge der Beobachtungszeit ab. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die SPP-Lösungen deutlich höhere Standardabweichungen besitzen als die PPP- und DGNSS-Lösungen. Bei den SPP-Lösungen liegen diese meist in der Größenordnung von wenigen Metern. Bei den PPP- und DGNSS-Lösungen liegen sie oft unterhalb von einem Meter. Bei den DGNSS-Lösungen trifft dies

allerdings nur auf die GPS-Lösungen zu. Die Standardabweichungen der Glonass-Lösungen sind deutlich höher. Betrachtet man die Abweichungen zu den Sollkoordinaten der Referenzpunkte, können die Ergebnisse nicht so leicht verallgemeinert werden. Tabelle 9 fasst die GPS-Ergebnisse der verschiedenen Positionierungsmethoden für die Langzeitmessung zusammen. Die Genauigkeitsunterschiede der einzelnen Methoden sind gut zu erkennen. Die geringsten Genauigkeiten werden mit SPP und DGNSS erzielt. Die DGNSS-Lösungen können auch durch den Ausgleich mehrerer Basislinien zu drei Basisstationen nicht verbessert werden. Die PPP-Lösungen sind deutlich genauer. Der Einfluss der unterschiedlichen Bahndaten und Korrekturparameter wird deutlich.

Diese klare Abstufung der Ergebnisse ist allerdings nur für GPS bei der Langzeitmessung zu erkennen. Sowohl Galileo als auch Beidou liefern bei der Langzeitmessung SPP-Ergebnisse mit einer höheren Genauigkeit. Diese können allerdings nicht mit den anderen Lösungsmethoden verglichen werden, da weder für Galileo noch für Beidou PPP- bzw. DGNSS-Lösungen vorliegen. Werden die verschiedenen Satellitensysteme kombiniert, können mit SPP Ergebnisse mit einer Abweichung von weniger als einem halben Meter erzielt werden. Die Kombinationslösung aus allen vier Systemen ist hierbei nicht die beste, da sie stark von den sehr ungenauen Glonass-Ergebnissen beeinflusst wird. Bei den unterschiedlichen Kombinationen können jedoch Lageabweichungen von weniger als 30 cm erzielt werden.

Wie beschrieben wurde die Langzeitmessung für GPS in Messintervalle zu je 10 Minuten eingeteilt. Für jedes dieser Intervalle wurden mit den Methoden SPP und PPP Positionslösungen berechnet, wobei für die PPP-Berechnung sowohl Broadcast Ephemeriden als auch Final Orbits verwendet wurden. Die Standardabweichungen für diese Lösungen bleiben in den Intervallen weitestgehend konstant. Die Genauigkeiten variieren jedoch unabhängig von der verwendeten Methode stark. Die Messergebnisse weisen daher für den kurzen Beobachtungszeitraum von 10

150 Min		10:02 - 12:32			GPS		16.12.2020				
	n	Std E	Std N	Std U	Std Lage	Std Gesamt	Abw E	Abw N	Abw U	Abw Lage	Abw Gesamt
SPP Broadcast Ephemeris	4045	4.532	5.842	12.407	7.394	14.443	1.988	0.882	-1.853	2.175	2.858
PPP Broadcast Ephemeris	4045	0.282	0.439	0.845	0.522	0.993	1.719	-0.182	-1.171	1.728	2.087
PPP Final Orbit	3630	0.369	0.223	0.953	0.431	1.045	0.903	0.287	1.443	0.948	1.726
PPP Final Orbit / Clock Correction	3613	0.372	0.222	0.936	0.433	1.031	0.876	0.275	1.425	0.918	1.695
Basislinie Broadcast Ephemeris	4946	0.752	0.753	0.492	1.065	1.173	2.260	-1.516	1.059	2.722	2.920

Tab. 9: Zusammenfassung der unterschiedlichen Positionierungsmethoden für GPS bei der Langzeitmessung

Minuten eine schlechte Wiederholbarkeit auf. Es bestätigt sich hier auch, dass bei der Methode PPP lange Beobachtungszeiten notwendig sind. Mehr Messungen über längere Zeiträume werden daher in weiterer Folge durchgeführt.

6. Fazit und Ausblick

Es wurde untersucht, inwieweit mit modernen Smartphones einfache vermessungstechnische Aufgaben gelöst werden können. Hierbei erhoffte man sich von der Tatsache, dass Smartphones der neuesten Generation GNSS-Signale auf zwei Frequenzbändern aufzeichnen können, eine Genauigkeitssteigerung im Vergleich zu älteren Modellen. Atmosphärische Einflüsse, welche die Signalausbreitung beeinflussen, können mit Hilfe eines zweiten Frequenzbandes besser modelliert werden. Dies konnte in einzelnen Messungen bestätigt werden. Bei diesen Messungen wurde allerdings nur ein Satellitensystem, nämlich GPS, betrachtet. Beobachtungen auf zwei Frequenzbändern lassen sich mit dem Pixel5 lediglich für GPS und Galileo vornehmen. Hierbei wiesen die Daten des zweiten Frequenzbandes in der Messkampagne eine geringere Qualität auf, sodass eine Auswertung beider Frequenzbänder nur eingeschränkt möglich war. Dies hängt im Wesentlichen von der vorherrschenden Satellitenkonstellation ab. Daher wäre es notwendig, weitere Zeiträume mit unterschiedlichen Konstellationen zu untersuchen. Aufgrund der hohen Anzahl an Signalabbrüchen während der Beobachtungen war eine Positionsbestimmung auf Basis der Phasenbeobachtungen nicht für alle Satellitensysteme möglich. Tatsächlich konnten lediglich für GPS und Glonass die Phasenbeobachtungen in die Berechnung miteinbezogen werden. Eine Positionsbestimmung mit Hilfe von zwei Frequenzen und auf Basis der Phasenbeobachtungen konnte folglich nur für GPS vorgenommen werden. Diese Lösung ist der GPS-Lösung auf Basis der Codebeobachtungen überlegen, solange eine lange Beobachtungszeit gewählt wird. Werden zusätzlich IGS Final Orbits verwendet, kann die Genauigkeit weiter gesteigert werden. Die Uhrenkorrekturparameter beeinflussen die Lösung nur gering.

Bedauerlich ist, dass sich Multi-GNSS-Lösungen nur auf Basis der Codebeobachtungen berechnen ließen. Diese liefern zuverlässigere und genauere Lösungen als die eben beschriebenen Ergebnisse auf Basis der Phasenbeobachtungen. Dies liegt daran, dass durch die Nutzung mehrerer

Satellitensysteme deutlich mehr Beobachtungen zur Verfügung stehen. Bei diesen Lösungen hängt die erzielbare Genauigkeit maßgeblich von der Länge der Beobachtungszeit ab. Mit diesem Lösungsansatz konnten auch für die Stop-and-Go Messung entlang einer vorgegebenen geradlinigen Strecke die besten Ergebnisse erzielt werden.

Ob sich das Google Pixel 5 oder ein vergleichbares Smartphone zur Lösung vermessungstechnischer Fragestellungen zurzeit eignet, hängt im Wesentlichen von den Anforderungen ab. Bei langen Beobachtungszeiten (150 Minuten) und mit bestimmten Systemkombinationen (Galileo/Beidou) können im Post Processing (SPP) Genauigkeiten unter einem halben Meter erzielt werden. Dies dürfte für die Datenaufnahme für ein Geoinformationssystem ausreichen. Wird die Beobachtungszeit allerdings verkürzt, betragen die Abweichungen oft mehrere Meter.

Die teilweise in der Literatur angegeben cm-Genauigkeiten für die PPP Lösungen mit vergleichbaren Smartphone-Modellen können hier nicht bestätigt werden. Diese stützen sich meistens auf umfangreiche Kalibrierungen für die Smartphone GNSS-Antennen zur Bestimmung der Phasenzentrumsvariationen, siehe z.B. in Darugna (2021) und Wanninger und Heßelbarth (2020), und sind daher nicht immer praxistauglich.

Für die Zukunft erfolgt eine Untersuchung folgender Fragestellungen:

- Die Langzeitmessung wurde in Intervalle zu je 10 Minuten eingeteilt. Hierbei wurden lediglich die Genauigkeiten für GPS untersucht. Wie verhalten sich die anderen Satellitensysteme und die SPP-Multi-GNSS-Lösungen im Verlauf der Messung?
- Welches Signalverhalten zeigt sich für die L5-Beobachtungen bei unterschiedlichen Satellitenkonstellationen?
- Welche Genauigkeiten können erzielt werden, wenn die Beobachtungszeit der Langzeitmessung verdoppelt wird?
- Wie sieht das Konvergenzverhalten der PPP-Lösungen in Abhängigkeit von der Beobachtungszeit aus?
- Welche Genauigkeiten werden bei der Echtzeitpositionierung mit dem EPOSA-RTK-Service erzielt? Wie genau kann die Position in Echtzeit bestimmt werden?

- Treten bei vergleichbaren Smartphones ähnliche Probleme auf? Sind die zu erreichenden Genauigkeiten vergleichbar?
- Hat die verwendete App zur Datenaufnahme einen Einfluss auf die Messergebnisse?

Qualcomm (2019): Snapdragon 765G 5G Mobile Platform <https://www.qualcomm.com/products/snapdragon-765g-5g-mobile-platform>, (aufgerufen: Juni 2021).

Wanninger L., Heibelbarth A. (2020): GNSS Code and Carrier Phase Observations of a Huawei P30 Smartphone: Quality Assessment and Centimeter-Accurate Positioning. GPS Solutions (2020) 24:64, 10 S., <https://doi.org/10.1007/s10291-020-00978-z>.

Referenzen

Barbeau S. (2018): Dual-frequency GNSS on Android devices. <https://barbeau.medium.com/dual-frequency-gnss-on-android-devices-152b8826e1c>, (aufgerufen: Juni 2021).

Darugna F. (2021): Improving Smartphone-Based GNSS Positioning Using State Space Augmentation Techniques. Veröffentlichungen der DGK, Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Dissertationen, Heft Nr. 864, 189 S.

Höggerl N., Titz H., Zahn E. (2007): APOS – Austrian Positioning Service. Vermessung & Geoinformation, 1/2007, S. 10-23.

Anschrift der Autoren

Till Weigert BSc, Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsbereich Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, Wiedner Hauptstraße 8-10, E120-05, 1040 Wien.

E-Mail: tillweigert@googlemail.com

A.o. Univ.-Prof. Dr. Günther Retscher, Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsbereich Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, Wiedner Hauptstraße 8-10, E120-05, 1040 Wien.

E-Mail: guenther.retscher@tuwien.ac.at

vgi

25 JAHRE

SURVEYORS - EXPRESS™ GmbH
 WWW.VERMESSEN.DE WWW.GPSGEO.COM
 Lupinoweg 10B | 01118 Bad Vilbel
 Vermessungsinstrumente | Land-Surveying-Instruments



TOTAL STATIONS - THEODOLITE - LASERDISTANCEMETER - CONSTRUCTION-LASERS - LEVELS - SURVEYING EQUIPMENTS

...new and secondhand Total Stations on stock.



- when it has to be right

Leica
Geosystems

Brandmarks: Sprinter™ - Baumeister™ - Swiss-Style-Level™ - Swiss-Style-Theo™

THE GERMAN LEICA GEOSYSTEMS
PRE-OWNED SURVEY EQUIPMENT SUPPLIER



Noli me tangere – Grenzsteine sind unantastbar! Die Bedeutung von historischen Grenzen an einem aktuellen Beispiel



Noli me tangere – Boundary stones are untouchable! The importance of historical boundaries using a current example

Michael Hiermanseder, Wien

„Die Teilnehmerstaaten betrachten gegenseitig alle ihre Grenzen sowie die Grenzen aller Staaten in Europa als unverletzlich und werden deshalb jetzt und in der Zukunft keinen Anschlag auf diese Grenzen verüben. Dementsprechend werden sie sich auch jeglicher Forderung oder Handlung enthalten, sich eines Teiles oder des gesamten Territoriums irgendeines Teilnehmerstaates zu bemächtigen ...“¹

Kurzfassung

Ein belgischer Bauer versetzt einen 200 Jahre alten Grenzstein um etwa 2 Meter und die Sache macht internationale Schlagzeilen. Das liegt wohl weniger daran, dass die Unverletzlichkeit der Grenzen des privaten Grundeigentums in den Augen der Allgemeinheit ein so hohes Gut ist und jeder Frevel dagegen großes Medienecho erhält, als dass sich der Bauer an einem Staatsgrenzstein zu Frankreich vergriffen hat. Der Beitrag zeigt anhand der Geschichte dieser Grenze seit 1714, wie das Netzwerk der Grundstücksgrenzen und die Grenzsteine in die europäische Politik eingebettet sind.

Schlüsselwörter: Grundstücksgrenze, Staatsgrenze, Kartographie, Geschichte

Abstract

A Belgian farmer removes a 200 year old border stone by about 2 meters and the matter gets international headlines. The reason for this seems to be to a lesser extent that the inviolability of the boundaries of private land property is of such a high value in public view and that any sacrilege against it gets a huge media response but that the farmer has assaulted a state border stone with France. The article shows by means of the history of this border since 1714 how the network of boundaries of land property and the boundary stones are imbedded in European politics.

Keywords: boundary of land property, state border, cartography, history

1. Anlassfall

In Belgien schaffte es ein Bauer in die internationale Berichterstattung. Der gute Mann versetzte einen Grenzstein aus dem Jahr 1819, der die französisch-belgische Grenze zwischen den Ortschaften Erquelinnes und Bousignies-sur-Roc markiert (Abbildung 1). Der Stein war für ihn störend, weil er mit seinem Traktor nicht mehr gut passieren konnte. Mit seiner illegalen Aktion verschaffte er Belgien einen Landgewinn von 2,29 Metern auf französischem Hoheitsgebiet (Abbildung 2). Der namentlich nicht genannte Bauer hatte sich laut BBC angeblich nichts dabei gedacht. Einem Hobbyhistoriker sei diese Grenz-

verletzung bei einem Spaziergang aufgefallen. Der Bürgermeister von Erquelinnes, David Lavaux, sagte dem französischen Fernsehsender TF1: „Er hat Belgien größer gemacht und Frankreich kleiner. Das ist keine gute Idee.“ Und er scherzte: „Ich war glücklich, meine Stadt war größer. Doch seiner Kollegin auf der französischen Seite habe die Aktion halt eher weniger gut gefallen“.²

Eigentlich wäre diese Geschichte eher unter die Rubrik „Vermischte Lokalnachrichten“ einzuordnen und auch kaum einen Beitrag in einer geodätischen Fachzeitschrift wert. Warum bringen also internationale Medien nicht nur in Frankreich und Belgien, sondern auch in England, Deutschland,

1) KSZE-Schlussakte von Helsinki 1975, Artikel 1, Punkt III. (Unverletzlichkeit der Grenzen)

2) Kurier, 6. Mai 2021, „Grenzstein versetzt: Warum ein Bauer Belgien größer machte“



Abb. 1: Der versetzte Grenzstein von Erquelinnes (ursprünglich unter dem Baum links), Quelle: TF1

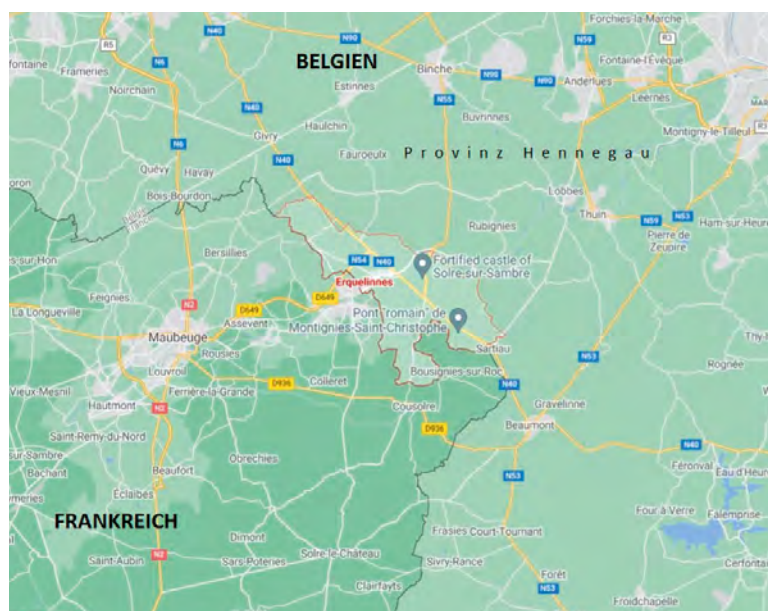


Abb. 2: Die Gemeinde „Erquelinnes“ in der Provinz Hennegau, Belgien (Google Maps, 2021)

der Schweiz und Österreich diese Nachricht?³ Der Bauer hat eben nicht nur seinen eigenen Grund-

3) vgl. nur <https://www.tf1.fr/tf1/jt-13h/videos/dans-le-nord-la-borne-qui-marque-la-frontiere-avec-la-belgique-deplacee-de-deux-metres-08984182.html>, https://www.lemonde.fr/big-browser/article/2021/05/04/en-belgique-il-deplace-une-borne-frontiere-et-repousse-la-frontiere-avec-la-france_6079113_4832693.html, <https://www.rtl.de/cms/bauer-versetzt-grenzstein-belgien-wird-groesser-frankreich-kleiner-4754126.html>, <https://www.bbc.com/news/world-europe-56978344>, <https://www.stern.de/politik/ausland/belgischer-bauer-verschiebt-versehentlich-die-grenze-zu-frankreich-30514030.html>.

besitz widerrechtlich vergrößert, sondern zugleich in die Vermarkung der belgisch-französischen Staatsgrenze eingegriffen. Ein Eklat, der an der Unverletzlichkeit der Staatsgrenzen, die die KSZE-Schlussakte von Helsinki 1975 für ganz Europa festschreibt, rührt? Oder handelt es sich nicht doch nur um die gewöhnliche Straftat der illegalen Grenzsteinversetzung, zu der es seit alters her immer wieder gekommen ist und für die im Mittelalter der Sage nach gruselige Strafen angedroht wurden?⁴

Engagierte Grenzsteinforscher wie Jean-Pierre Chopin aus dem französischen Bousignies-sur-Roc, der die Versetzung des Steines bemerkt hat (Abbildung 3), haben freilich auch heute noch Rachepläne für derartige Untaten, in denen ein wahrer Kern steckt, wie: „Man sollte da wohl ein Exempel statuieren. Der Belgier-Bauer glaubt wohl, dass die Gesetze von damals nicht mehr gelten, und ist sich noch gar nicht bewusst, dass Grenzsteinfrevler so übler Sorte (Staatsgrenzstein!) feierlich gehängt werden. Da muss heutzutage ein sehr ernstes Volksfest draus werden, unter Beisein je beider Staatsoberhäupter, Bürgermeister, Oberrichter, Hilfsrichter, Geodäten, Polizei- und Feuerwehr-Musik muss strafverkündet und grenzkorrigiert werden, ein Strohhalm verbrannt und ein Riesenfass Bier (auf Kosten des Bauern) für beide Nachbargemeinden (Bezirke, Staaten) ausgeschenkt werden. Als Draufgabe auf die Rückversetzungskosten natürlich. Ein Jahr Strafsitzen auf dem Grenzstein zum Nachdenken, Delegation aus allen Nachbarländern.“⁵

4) Historische Grenzsteinversetzer als Wiedergänger, Kurier, 13. Februar 2021

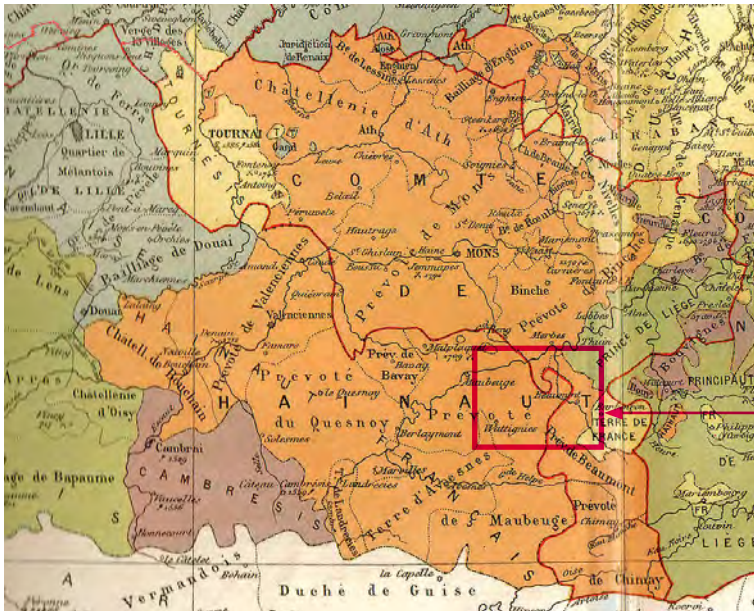
5) „Vorschläge“ aus der AG Vermessung der OVG

2. Historische Entwicklung der Staatsgrenze bei Erquelinnes seit 1714

Die Grafschaft Hennegau (franz. Hainaut), benannt nach dem Fluss Henne (franz. Haine), ist seit dem Hochmittelalter ein Territorium des Heiligen Römischen Reiches deutscher Nation (Abbildung 4), dessen südlicher Teil, die Markgrafschaft Valenciennes, im 17. Jahrhundert durch den Pyrenäenfrieden (1659) und den Frieden von Nimwegen (1678) von Spanien an Frankreich fiel. Siehe dazu die Abbildungen 5 und 6.^{6,7}



Abb. 3: Jean-Pierre Chopin zeigt den Verlauf der Grenze in der Natur, Quelle: TFI



Gebiet um Erquelinnes

Abb. 4: Die Grafschaft Hennegau (Hainaut) mit dem nördlichen Teil „Mons“ und dem südlichen Teil „Valenciennes“⁶

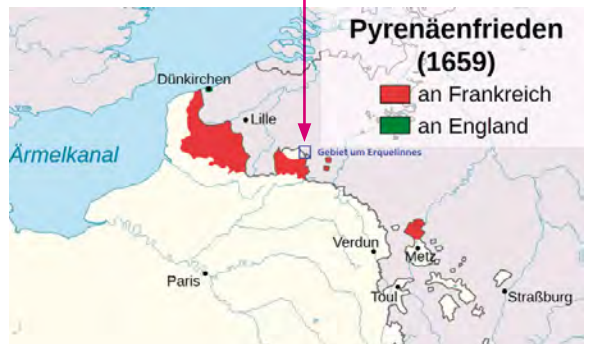


Abb. 5: Gebietsveränderungen durch den Pyrenäenfrieden 1659⁷

6) https://de.wikipedia.org/wiki/Grafschaft_Hennegau
 7) <https://de.wikipedia.org/wiki/Pyren%C3%A4enfriede>



Abb. 6: Der restliche Teil von Valenciennes fällt mit dem Friede von Nimwegen 1678 an Frankreich⁸

Der nördliche Teil des Hennegaus, die Grafschaft Mons (Bergen), verblieb als Teil des Burgundischen Erbes von 1477 (Burgunderkriege) beim Haus Habsburg. Im Jahr 1714 kam als Ergebnis des Spanischen Erbfolgekrieges die Grafschaft Mons wieder zur österreichischen Linie.⁹

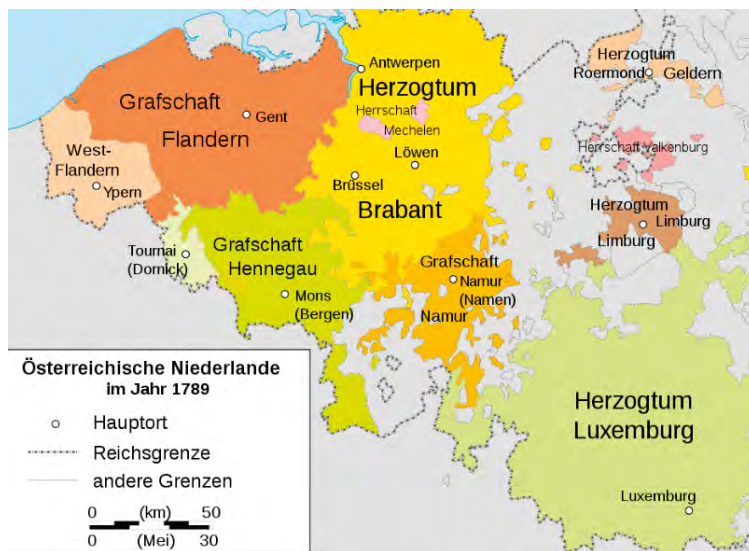


Abb. 7: Österreichische Niederlande 1789

8) https://de.wikipedia.org/wiki/Friede_von_Nimwegen

9) Friede von Rastatt (1714)

Die Österreichischen Niederlande (lateinisch *Belgium Austriacum*, niederländisch *Oostenrijkse Nederlanden*, französisch *Pays-Bas autrichiens*) umfassten in etwa das Gebiet der heutigen Staaten Belgien und Luxemburg (Abbildungen 7 und 8) und existierten vom Ende des Spanischen Erbfolgekrieges im Jahr 1714 bis zur Eroberung durch französische Revolutionstruppen und den Anschluss an die Französische Republik im Jahr 1795.¹⁰ Bis zur Eroberung durch Frankreich während des 1. Koalitionskriegs wurde das Land durch Provinzstatthalter von Brüssel aus regiert.



Abb. 8: Wappen der Österreichischen Niederlande 1714-1794¹¹

Im Rahmen der Josephinischen Landesaufnahme wurden die Österreichischen Niederlande 1764-1771 in 275 Sektionen vollständig aufgenommen (Abbildung 9).

Die Bewohner des Landes sträubten sich massiv gegen die Reformen Josephs II. (1765-1790). Auch seinem Bruder und Nachfolger Leopold (1790-1792) gelang es nicht, die Gegensätze, die schon damals zwischen Flamen im Norden und französischsprachigen Wallonen im Süden bestanden, zu überwinden.

Noch vor der Schlacht bei Waterloo 1815 überzeugte Großbritannien, das die eigene Sicherheit durch ein Kräftegleichgewicht auf dem europäischen Festland gewahrt wissen

10) https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96sterreichische_Niederlande

11) https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96sterreichische_Niederlande

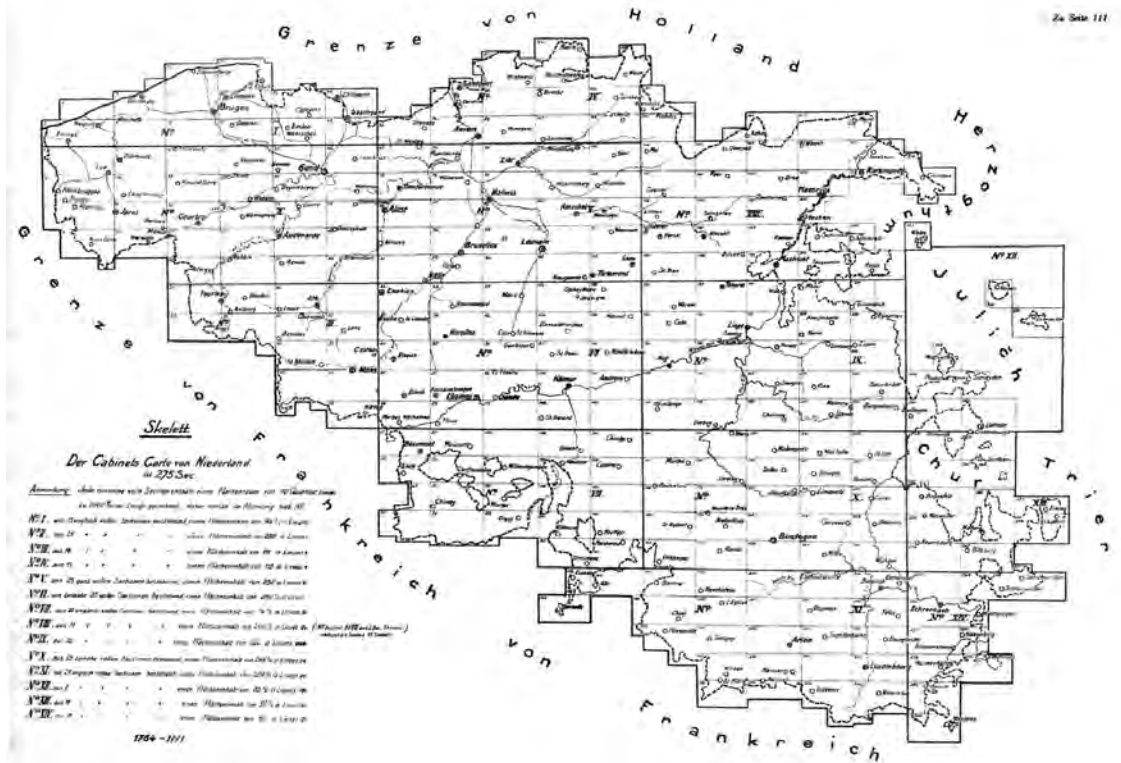


Abb. 9: Gliederung der Josephinischen Landesaufnahme der Österreichischen Niederlande 1764-1771¹²

wollte, die anderen Großmächte Österreich, Preußen und Russland davon, die frühere Republik der Sieben Vereinigten Niederlande, die ehemaligen österreichischen Niederlande (inkl. Luxemburg) und Lüttich zum Vereinigten Königreich der Niederlande zuzufügen (siehe Abbildung 10), um einen Puffer sowohl gegen Frankreich als auch gegen Preußen zu errichten.¹³ Der Vertrag von Kortrijk (Courtrai) vom 28. März 1820 liefert eine genaue Grenzbeschreibung zwischen Frankreich und dem Königreich der Vereinigten Niederlande nach dem Ende der Napoleonischen Kriege.

In der Belgischen Revolution von 1830 erhob sich die überwiegend katholische Bevölkerung der südlichen Provinzen des Vereinigten Königreichs der Niederlande gegen die Vorherrschaft der mehrheitlich protestantischen Nordprovinzen. Innerhalb weniger Wochen im August und September führte der Aufstand zur Aufteilung des



Abb. 10: Vereinigtes Königreich der Niederlande¹⁴

12) https://de.wikipedia.org/wiki/Josephinische_Landesaufnahme

13) https://de.wikipedia.org/wiki/Belgische_Revolution

14) https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6nigreich_der_Vereinigten_Niederlande



Abb. 11: Auszug aus der Josephinischen Landesaufnahme der Österreichischen Niederlande 1764-1771 im Bereich Erquennes/Bousignies¹⁵

Königreiches in zwei Staaten. Das überwiegend niederländischsprachige Flandern und das überwiegend französischsprachige Wallonien begründeten das neue Belgien.¹⁶

Der Vergleich der Grenzziehung in der Josephinischen Landesaufnahme in Abbildung 11 mit der Kartierung der Belgisch-Französischen Grenze nach dem Frieden von Kortrijk 1820 in Abbildung 12 und der heutigen Situation (Abbildung 13) zeigt, dass die alte Reichsgrenze von 1771 der heutigen Staatsgrenze entspricht.

3. Folgen der eigenmächtigen Grenzsteinversetzung

Die Ausführungen zur historischen Entwicklung der Grenze bei Erquennes/Bousignies zeigen, dass es sich bei dem eigenmächtigen Versuch des belgischen Bauern, die Grundstücksgrenze zu seinen Gunsten zu verschieben, um die illegale

Veränderung einer seit über 3 Jahrhunderten bestehenden Reichs- und Staatsgrenze handelt.¹⁷

Der in Belgien lebende Landwirt, der kürzlich Eigentümer mehrerer Hektar am Rande des Waldes von Bousignies (Frankreich) wurde, wollte offensichtlich die Abgelegenheit des Ortes nutzen, um sein Land zu vergrößern. Den Grenzstein um 2,2 Meter zu versetzen, hat sein Eigentum um etwa 1000 m² vergrößert. Dem Landwirt war es zu mühsam, mit seinem Traktor am Grenzstein vorbeizukommen. Er nutzte auch die Gelegenheit, um seinen Zaun auf Bäumen neu zu positionieren, die dem Bois de Bousignies gehören. Was er nicht erwartet hatte, dass dieser Stein 2019 mit großer Präzision geolokalisiert worden war, so dass es leicht zu beweisen war, dass er bewegt worden ist.

15) <https://maps.arcanum.com/de/map/firstsurvey-habsburg-netherlands/>

16) https://de.wikipedia.org/wiki/Belgische_Revolution

17) "En Belgique, un agriculteur, propriétaire de terres qui bordent la France, a récemment déplacé la vieille borne en pierre qui marque l'emplacement précis de la frontière, grignotant un peu de la superficie du village français de Bousignies-sur-Roc (Nord). Et repoussant de fait les limites du pays, au mépris d'un traité international de 1820." Le Monde/AFP, 4. Mai 2021.

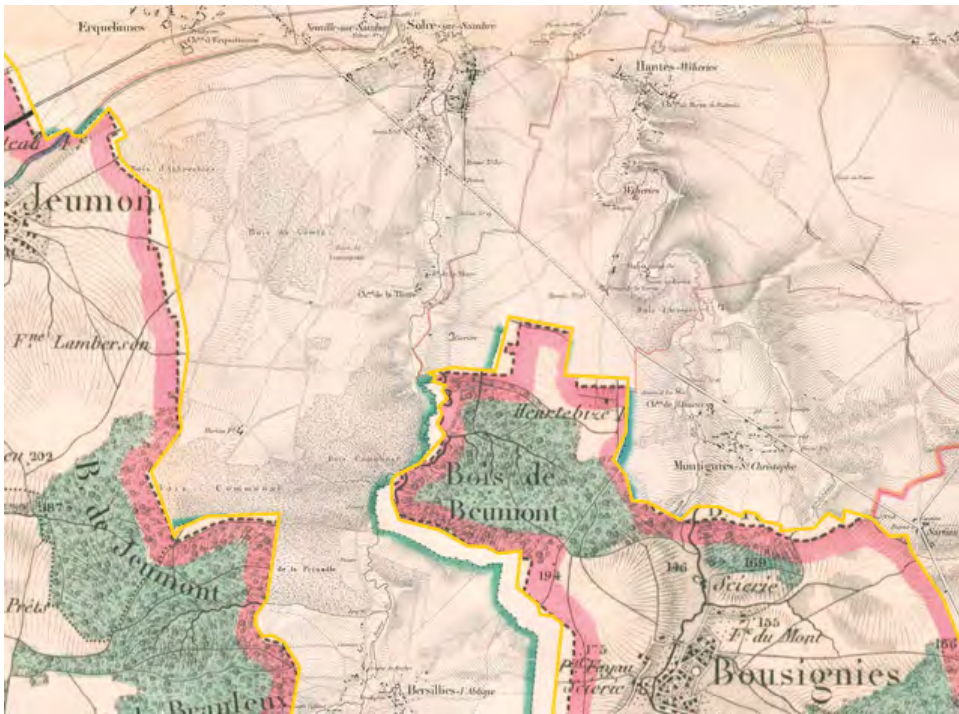


Abb. 12: Carte topographique de la Belgique 1846-1854 / Topographische Karte von Frankreich 1836



Abb. 13: Aktuelle Staatsgrenze Belgien/Frankreich (Google Maps)

Auf diesen Grenzsteinen steht die Zahl „1819“, das Jahr ihrer Entstehung. Auf der Seite des Königreichs Frankreich ist ein „F“, auf der Seite der Niederlande ein „N“ eingraviert (Abbildung 14). Belgien wurde erst 1830 gegründet und existierte zu diesem Zeitpunkt noch nicht als unabhängiges Königreich. 1820 wurde in Kortrijk (im heutigen niederländischsprachigen Belgien) ein Grenzvertrag unterzeichnet, um die Grenzlinie festzuschreiben. Diese hat sich bis zur rechtswidrigen Tat des Belgiers nicht verändert.



Abb. 14: Staatsgrenzstein Erquelinnes/Bousignies (B/F) 1819, Quelle: FM1 TODAY

Der Bürgermeister von Erquelinnes, David Lavaux, hat sich wie folgt geäußert: „Wir werden vor Ende der Woche Kontakt mit ihm aufnehmen und ihn bitten, den Grenzstein wieder an seinen ursprünglichen Standort zu versetzen. Wenn er das tut, reden wir nicht mehr darüber. Andernfalls könnte der Fall an das französische Außenministerium übergehen.“¹⁸

In Frankreich steht auf das illegale Versetzen eines Grenzsteines gem Art. 322-1 Code Pénal eine Freiheitsstrafe von bis zu 2 Jahren oder eine Geldstrafe von bis zu € 30.000! In Belgien regeln die Art. 545f des Strafgesetzbuches die „Verrückung oder Beseitigung von Grenzsteinen und Eckbäumen“ (Freiheitsstrafe bis zu 1 Jahr und Geldstrafe bis zu € 20.000).

4. Bedeutung von Grenzen und Grenzlinien

Das Beispiel an der belgisch-französischen Grenze lässt sich zu einer allgemeinen Theorie der Bedeutung von Grenzen und Grenzlinien erweitern:

Grenzlinien sind in der Natur nur sichtbar, wenn sie durch Zäune, Wände, Hauskanten, Gräben, Dämme oder andere Objekte materialisiert werden. Eine genauere Definition erfordert jedoch

eine spezielle Beschreibung und Kennzeichnung. Grenzlinien sind etwas Virtuelles.

Staaten sind vollständig mit einem Netzwerk von Grenzen überzogen, das Privateigentum, Verwaltungseinheiten und damit Landrechte abgrenzt. Normalerweise ist dieses Netzwerk dynamisch: Es ändert sich aufgrund unterschiedlicher Anforderungen der Gesellschaft, aufgrund neuer Gesetze und neuer Grundbesitzer. Alle Grenzänderungen beruhen auf einem Rechtsakt. Grenzen und Grenzmarkierungen definieren die räumliche Ausdehnung von Rechten und Beschränkungen an Grund und Boden für Einzelpersonen oder juristische Personen.

Normalerweise werden Grenzen von Landadministrationsbehörden verwaltet. Grenzen und Grenzmarkierungen sowie deren Dokumentationssysteme Kataster und Grundbuch haben sich als praktisches Mittel zur Visualisierung der Abgrenzung von Flächen entwickelt.¹⁹

Grenzen trennen, klären und schützen. Grenzsteine stehen als visueller Beweis für nachbarschaftliche Übereinstimmung, zeigen die Position der vereinbarten und gesetzlich geschützten Grenzlinie und erinnern an die Achtung von Recht und Privateigentum. Eine klare Abgrenzung von Rechten und Pflichten ist für das Wohlergehen aller Grundbesitzer und ihrer Nachbarn von wesentlicher Bedeutung, und dies ist ein Vorteil für die wirtschaftliche Entwicklung von Bürgern, die Immobilien besitzen, und für die Gesellschaft im Allgemeinen aber auch zur Festsetzung und Verwaltung von Grundsteuern und Subventionen. Grenzen sind mehr als räumliche Trennungen: Sie haben rechtliche, kulturelle, soziale, wirtschaftliche und ethische Bedeutung.

Staatsgewalt entfaltet sich in einem durch Grenzen bestimmten Gebiet. Im Hinblick auf die Konstruktion des neuzeitlichen Staates als eines streng territorial radizierten Gemeinwesens ist die Bedeutung der räumlichen Grenzen des Staates für die Rechtsanwendung evident. Die Staatsgrenze stellt damit die durch Rechtssätze konkretisierte Begrenzung des Raumes dar, in dem eine bestimmte Staatsgewalt mit dem grundsätzlichen Anspruch auf Exklusivität ihre Herrschaft entfalten kann.²⁰

Die lange Tradition, die Dynamik der Entwicklung und die große Bedeutung für die Friedens-

19) Hiermanseder, M. (Hrsg.), The Network of Boundaries and its Monuments, Thematic Study, 2020.

20) Khan, D.-E., Die deutschen Staatsgrenzen, 2004.

18) Le Monde/AFP, 4. Mai 2021.

konsolidierung und Friedenssicherung kennzeichnen Grenzsteine und Grenzen, Grundbuch und Kataster als potenzielles UNESCO-Weltkulturerbe.²¹ Die UNESCO verlangt die Vorlage eines Managementplans, der den nachhaltigen Schutz des Welterbes und seines Wertes garantiert. Bei Grenzen und Grenzsteinen ist dieser Schutz durch umfassende gesetzliche und technische Vorschriften für deren Fortbestehen und für Änderungen gewährleistet. Bei Grenzsteinen sind die Grundbesitzer gesetzlich verpflichtet, sie zu erhalten. Eine einseitige, willkürliche Änderung der Grenzmarkierungen kann eine Störung des Besitzes darstellen. Grenzmarken sind besonders strafrechtlich geschützt.²²

Das Netzwerk der Grenzen des Grundbesitzes ist von größter Bedeutung für das respektvolle und friedliche Zusammenleben der Nachbarn, für den Schutz des Grundbesitzes, für die wirtschaftliche Entwicklung sowie für die Festlegung und Verwaltung von Grundsteuern oder Subventionen.

Anschrift des Autors

Dr. Michael Hiermaseder, Senior Consultant, Hill Woltron Management Partner GmbH; Managing Director, Leica Geosystems Austria GmbH (ret.); Partner, Rudolf & August Rost (ret.), Auhofstraße 15b, 1130 Wien.
E-Mail: hiermaseder@gmx.net

vgi

21) Hiermaseder, M. (Hrsg.), *The Network of Boundaries and its Monuments, Thematic Study*, 2020.

22) z.B. **in Österreich:** § 230 Abs. 1 StGB: Wer ein zur Bezeichnung der Grenze oder des Wasserstands bestimmtes Zeichen mit dem Vorsatz, ein Beweismittel für eine Tatsache von rechtlicher Bedeutung zu schaffen oder zu unterdrücken, unrichtig setzt, verrückt, beseitigt oder unkenntlich macht, ist mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren zu bestrafen. § 51 VermG schützt Vermessungszeichen. **In Frankreich:** D'après l'article 322-1 du Code Pénal, le coupable risque jusqu'à 2 ans de prison et 30 000 euros d'amende. Si vous disposez d'un procès-verbal de bornage, vous pouvez vous y référer pour rétablir les bornes. Art. 646 Code Civil: Tout propriétaire peut obliger son voisin au bornage de leur propriété contigu. Le bornage se fait à frais communs et consiste à déterminer par des marques apparentes appelées borne, la limite séparative de deux propriétés. **In Belgien:** De la destruction de clôtures, du déplacement ou de la suppression des bornes et pieds corniers (Art. 545 à 546 Code Pénal): Art. 545. Sera puni d'un emprisonnement de huit jours à six mois et d'une amende de 251 euros à 2 000 euros, ou d'une de ces peines seulement, quiconque aura, en tout ou en partie, comblé des fossés, coupé ou arraché des haies vives ou sèches, détruit des clôtures rurales ou urbaines, de quelques matériaux qu'elles soient faites; déplacé ou supprimé des bornes, pieds corniers ou autres arbres plantés ou reconnus pour établir les limites entre différents héritages. Art. 546. Lorsque les faits prévus par l'article précédent ont été exécutés dans le but de commettre une usurpation de terrain, la peine sera un emprisonnement d'un mois à un an et une amende de 500 euros à 20 000 euros.

Jetzt Mitglied werden!



Wir bieten vieles..

- ➡ Netzwerken und Weiterbilden
- ➡ Kostenlose Fachzeitschrift vgi
- ➡ Vorträge und Seminare
- ➡ Ermäßigungen und Förderungen
- ➡ Mitgliederbereich auf der Homepage

➡➡➡ Näheres unter www.ovg.at ➡➡➡

:: Be part of it! ::



Dissertationen, Diplom- und Magisterarbeiten

Analysis and Processing of Signals in Laser Bathymetry

Roland Schwarz

Dissertation: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppen Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2021

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer

Airborne laser bathymetry is a remote sensing technique for the mapping of underwater topography. Compared to topographic airborne laser scanning, light propagation in two media must be considered. An important difference also is that for use in bathymetry, only wavelengths of the laser in the visible range can be used, since light in the infrared range is practically unable to penetrate the water. The first generation of scanners for bathymetry came into use shortly after the invention of the LASER. Although in the beginning mainly only analogue electronics was available for the evaluation of the signals, later the entire trace of the backscattered echo was recorded digitally. The advent of affordable computers finally opened the way to more complex signal processing. For the determination of the elevation of the underwater bottom it is necessary to identify two significant time instants in the waveform. The first is when the light impulse enters the water and the second is when it hits the bottom. It is especially important to know the first moment, because from this moment on the impulse moves slower and in a different direction. The standard method to identify an instant of time in a signal is by gaussian decomposition of the signal. Underwater, however, the method suffers from the problem that a lot of distributed small particles cause clutter that is hindering the exact decomposition. For a tenuous distribution of such particles the waveform is of exponential character.

In this thesis I therefore introduce a model consisting of exponential segments that describe the effect of the particles and Dirac shaped pulses that describe the effect of discretely located scatterers. This description is however not sufficient yet to account for the received signal form. The exponential model has to be convolved with the system waveform to yield a correct representation of the received signal. By minimizing the difference of this representation and the measured data the parameters of the exponential model can be retrieved. I present a procedure, which I call exponential decomposition, by which the actual processing can be done. The effectiveness of the procedure is verified on the basis of data collected in a tributary of the Danube River. The correctness of the results is confirmed using

GNSS surveyed control points. An important aspect for the modeling of signals is that the model is physically correct. An underestimated effect in laser bathymetry is that pulsed light propagates more slowly than conventionally assumed. Since the effect in the context of laser bathymetry has not yet been discussed, I describe an experiment I performed that confirms the effect in its predicted magnitude. Furthermore, I deal with the questions whether a single wavelength system is feasible and what the smallest measurable depth in laser bathymetry is.

The Polysemy of Map Signs: An Exploration of the Connotative Meanings of Cartographic Point Symbols

Silvia Klettner

Dissertation: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2021

Betreuer: Univ.-Prof. Mag. Dr. Georg Gartner

Maps are a means of communication. Through the use of signs and symbols, maps communicate about the geographic world. As such, they enable us to relate to spatial phenomena from viewpoints beyond direct experience. Cartography is, therefore, deeply concerned with the use of map signs and their meanings. Semiotic theory generally emphasizes two meaning dimensions of any sign, i.e., the dimension of reference and the dimension of sense (Nöth, 1995). These two dimensions are also referred to as explicit and implicit meanings, as denotation and connotation, as meanings in maps and meanings of maps (MacEachren, 1995). So far, cartographic semiotics has mainly focused on the explicit, denotative meanings in maps. The implicit, connotative meanings of maps and their effects on map users have, yet, largely been disregarded. This dissertation was, thus, devoted to exploring the dimension of connotation in cartographic communication. Four empirical user studies were carried out to examine the implicit, connotative meanings of abstract cartographic point symbols. The studies revealed that cartographic signs connote on multiple levels, i.e., visually, associatively, and affectively. The findings further disclosed the cognitive relatedness of cartographic point symbols, revealed their affective qualities, identified symbol-content congruences, and demonstrated that the connotative meanings associated with abstract shapes influence how people judge geospatial events.

With these findings combined, this dissertation contributes a diverse empirical basis of the potential connotative meanings of cartographic point symbols. It demonstrates the significance of the visual sign in cartographic communication. It also emphasizes the polysemy of cartographic signs and the need to consider their connotative meanings with more attention in cartographic research and practice.

Improving Forest Mensurations with High Resolution Point Clouds

Moritz Matthias Bruggisser

Dissertation: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppen Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2021

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Dipl.-Ing. Dr. Markus Hollaus

Forests are of great economic and ecological benefit because they function as timber source and provide a variety of vital ecosystem services. To maintain the functioning of forest ecosystems and the provision of these diverse services, regular acquisitions of the forest conditions, including timber stock estimations, are required. Forest inventories (FI) which have evolved from economic demands provide such information and allow to optimize management strategies. FIs also form the basis to monitor abundance, health and changes of forest ecosystems. FIs traditionally rely on field measurements that include a number of forest parameters within plots. With the increasing availability of airborne laser scanning (ALS) systems, such local plot level inventories can be upscaled to larger areas in a convenient, robust and reproducible way. However, current FI acquisition methods suffer from a number of deficiencies. Firstly, FIs still rely on measurements in the field which are labor-intensive to acquire and partially subjective (e.g. the determination of crown closure). Secondly, allometric functions, which are deduced from field inventories and applied to ALS or auxiliary remote sensing data to predict FI parameters (e.g. growing stock) over larger areas, do not necessarily reflect site-specific characteristics. This leads to errors in the predicted parameters. Locally adjusted allometric functions, however, are cumbersome and expensive to achieve through field inventories. Therefore, such functions often do not exist. Thirdly, today's forest stands, to which the respective allometric functions are applied, are derived from manual delineations based on ortho-images. Stand delineation, however, is a complex task, and resulting stands do not necessarily represent homogeneous compartments. Available forest stand

boundaries are often originating from historical forest management units that have changed over time.

The aim of this thesis is to investigate possibilities to improve current FI acquisition strategies through the integration of the various laser scanning systems we have at hand today. The miniaturization of laser scanning sensors and positioning systems allows the systems to be operated on light weight unmanned aerial vehicle-platforms (UAV-borne laser scanning, ULS) or placed on the ground (terrestrial laser scanning, TLS). There is a gap, however, between ALS and these close-range systems. Firstly, the systems deliver completely different point cloud qualities in terms of the resolution of the resulting point clouds. Secondly, the viewing direction and geometry differ fundamentally, particularly between TLS, which records the canopy from the bottom, and ALS, which can hardly acquire forest areas close to the ground. Yet, FIs could be improved through the combination of the different laser scanning systems. Close-range systems with the high level of detail allow for a fast, accurate and cost-efficient acquisition of field reference data, from which site-specific allometries can be deduced. Improved allometries can subsequently be applied to ALS data acquired from large areas with low point densities. Thus, the combination of the different systems allows to accomplish the scale transition from plot to landscape scales. Locally detailed single tree information could be brought to wide areas, allowing for landscape-wide FI parameter estimations. Yet, open aspects remain for such a proceeding, which are addressed in this thesis.

In a first study, the point cloud quality requirements are investigated in order to allow a complete and accurate scene reconstruction from ULS data. The results show that the point density is crucial for the stem detection, whereas the accuracy of the stem reconstruction mainly depends on the accuracy of the sensor. A second study analyses differences in the ways ALS and ULS systems capture the forest structure. ULS systems acquire the forest structure more completely. In combination with the high level of detail, this allows to directly measure single tree components within the point cloud, apart from the computation of classical ALS metrics. In contrast, derived structure metrics differ between ALS and ULS, depending on the way the point cloud information is used for the metrics computation. In a third study, an approach is proposed to delineate homogeneous forest compartments with a similar forest structure from ALS point clouds. Homogeneous forest compartments can be used to upscale locally measured FI parameters from close-range laser scanning to larger areas by applying locally adjusted statistical models to ALS point cloud metrics. A final study deals with the temporal aspect of

the inventories and investigates the potential to update ALS forest structure information with Sentinel-1 (S-1) C-band time series. Since the general height and stand density structures, respectively, are well reproduced, S-1 data facilitates to fill gaps between ALS acquisitions.

The insights gained in the four studies will help making optimal use of the information content each system provides. Thus, the integration of the different laser scanning devices into the scale transition contributes to improving FI acquisition strategies. With such a procedure, landscape-wide accurate spatial forest information could be acquired in a robust, fast and cost-efficient way. This opens up new possibilities to integrate remote sensing in operational forest management activities, for instance for the selection of tree species, for shading studies, or for the modelling of forest fires, the sun irradiance or the water cycle. Ultimately, the integration of data from different systems will improve our ability to monitor the condition and development of forests.

Einfluss von Satelliten-Megakonstellationen auf VLBI Messungen

Herbert Wicker

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2021

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Böhm

Private Firmen versuchen sich zunehmend in der Entwicklung von Satelliten und generell in der Raumfahrt zu etablieren. Dem Unternehmen SpaceX ist dieser Schritt im letzten Jahr auch geglückt. In den kommenden Jahren will es eine Flotte von 40.000 Satelliten im Weltall haben und auch die personenbezogene Raumfahrt revolutionieren. Diese Megakonstellation an sogenannten Starlink Satelliten bereitet aber der Very Long Baseline Interferometry Kopfzerbrechen und es stellt sich die Frage, ob sie Auswirkungen auf die geodätischen Messungen hat. Da die VLBI als einziges Verfahren alle fünf Erdorientierungsparameter (EOP) bestimmen kann, sollten die Messungen höchst präzise und vor allem frei von Störungen sein.

Folglich werden in dieser Arbeit mithilfe der online verfügbaren NORAD two line elements die Bahnen der Starlink Satelliten berechnet und auf eine Überlappung mit den Beobachtungen überprüft. Ein Radioteleskop einer VLBI Station misst die Radiostrahlung sogenannter Quasare, sollte sich nun ein Satellit in dem Öffnungswinkel einer Antenne befinden, wird er als zu nahe angesehen und die Beobachtung muss eliminiert werden. Dieser Schritt wird mit allen Satelliten und allen Beobachtun-

gen durchgeführt und als Ergebnis erhält man einen gekürzten Datensatz. Mit dem Programm VieVS folgt als nächster Schritt eine Auswertung dieser Daten und man erhält den mean formal error, Mittelwert der Standardabweichung, für die EOPs und die Stationskoordinaten. Bei einem Vergleich der Differenz zwischen den originalen und den reduzierten Daten können Rückschlüsse auf die Auswirkungen gezogen werden. Bei einer geringen Anzahl an Satelliten (1.000) sind noch keine größeren Fehler erkennbar. Erzeugt man aber zusätzliche Satellitenbahnen, müssen bei 40.000 Satelliten bis zu 12% der Beobachtungen eliminiert werden und ernstzunehmende Verschlechterungen der mean formal errors treten auf. Die Resultate bezüglich dUT1 verschlechtern sich vom Originalwert bis zur Endkonstellation um 16%, die anderen Parameter weisen mit 13% in der Polbewegung und 11.5% in den Stationskoordinaten ähnliche Größen in den Verschlechterungen auf. Somit stellen zukünftige Megakonstellationen von Satelliten durchaus Probleme für die Very Long Baseline Interferometry dar.

Detektion von Oberflächenveränderungen mit terrestrischem Laserscanner

Granit Bytyqi

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppen Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2021

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Univ. Ass. Dipl.-Ing. Michael Wimmer

Die rasche Entwicklung des Laserscanning als Studientechnik dient nicht nur der Beurteilung des geometrischen Zustands einer dreidimensionalen Szene, sondern auch der Beurteilung von Veränderungen dieses Zustands mit einer hohen Auflösung und Präzision. Die Veränderungserkennung wird für viele verschiedene Anwendungen genutzt, unter anderem für die Beobachtung der Erosion natürlicher Oberflächen.

Diese Masterarbeit beschäftigt sich mit der Detektion von Oberflächenveränderungen in einer Höhle mittels Terrestrial Laser Scanning (TLS). Darüber hinaus zielt sie auf die Bewertung der Registrierungs- und Änderungserkennungsschritte ab. Die verwendeten Daten bestanden aus hochauflösend 3D-Punktwolken, die aus zwei Scan-Kampagnen gewonnen wurden. Zur Evaluierung der Methodik wurden Stein und Holzproben auf der Felsoberfläche angebracht, um erosionsbedingte Veränderungen am Objekt zu simulieren. Verschiedene Registrierungsmethoden „Multi station adjustment“ (MSA) und „Iterative closest point“ (ICP) wurden verwendet. Der Arbeitsablauf für diese Arbeit umfasst: Felddatenerfassung, Vorverarbeitung der Daten, Berei-

nigen der Daten, Registrierung der Punktwolken und M3C2-Algorithmus für die Veränderungserkennung. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass schon Änderungen von 4 mm erfasst werden können.

Kombinierte Anwendung von Seismischer Refraktionstomographie und Spezifischer Elektrischer Widerstandstomographie im alpinen Permafrost

Martin Mayr

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geophysik, Technische Universität Wien, 2021

Betreuer: Ass.-Prof. Dr. Adrian Flores-Orozco

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Gegenüberstellung geophysikalischer Verfahren zur Beurteilung vereister Permafrostmilieus in alpinen Regionen. Im Vordergrund stehen dabei Korrelationen zwischen der refraktionsseismischen Tomographie (SRT) und der spezifischen elektrischen Widerstandstomographie (ERT). Es soll gezeigt werden, dass sich sowohl die spezifischen Widerstände als auch die p-Wellengeschwindigkeiten bei einem variierenden Vereisungsgrad entsprechend der damit verbundenen Veränderungen der Materialeigenschaften verhalten und gemeinsam hohe oder niedrige Werte liefern. Vergleiche zwischen der Multiple-Gradient- und der Dipol-Dipol-Konfiguration sollen zudem veranschaulichen, welche dieser Elektrodenanordnungen ein höheres Signal-Rausch-Verhältnis bietet und sich für Gegenüberstellungen in dieser Domäne besser eignet. Als Grundlage dienen Datensätze, die im Oktober 2018, Juli und Oktober 2019 im Gipfelbereich des Hohen Sonnblicks (Sbg., Österreich) sowie im August 2019 am Schilthorn (Berner Voralpen, Schweiz) gesammelt wurden. Die gewählten Zeitpunkte der Datenakquisition am Hohen Sonnblick ermöglichen einen jahreszeitenabhängigen Vergleich während der Tau- sowie der Gefrierperiode. Die ERT-Messkampagnen von Oktober 2018 und 2019 erlauben darüber hinaus einen Vergleich der geoelektrischen Daten über zwei aufeinanderfolgende Jahre.

Die Gegenüberstellungen der eingesetzten Methoden sollen Aufschluss über die zeitliche Veränderung der Auftauschicht sowie die Lokalisierung der Permafrosttafel des jeweiligen Messgebietes geben. Für beide Messgebiete existieren Studien, die Informationen über den Bodenaufbau und empirische Kenngrößen liefern. Das gewählte Messgebiet am Schilthorn ist jedoch vor allem im unteren Bereich noch weitgehend unerforscht. In beiden Messgebieten ermöglichen nahegelegene Bohrlöcher einen direkten Vergleich der geophysikali-

schen Ergebnisse mit den Bodentemperaturen. Darüber hinaus wurde die Methode der Induzierten Polarisation (IP) miteinbezogen, die sich für diese Art der Anwendung noch in einem frühen Entwicklungsstadium befindet. Die Polarisationseigenschaften des Bodens geben zusätzliche Hinweise auf mögliche Grundeisvorkommen.

Die Gegenüberstellungen der Inversionsergebnisse zeigen mehr oder weniger stark auftretende Übereinstimmungen. So zeichnen sich besonders beim zweiten Profil des Schilthorns konsistente Ergebnisse ab. Eishaltiger Permafrost kann hier mit Werten zwischen 1.5 - 3.9 kohmm und 2.5 - 5 km^s⁻¹ deklariert werden, was mit empirischen Werten gut übereinstimmt. Am Hohen Sonnblick korrelieren die Methoden ebenfalls. Allerdings konnten in diesem Messgebiet die Auswertungen aufgrund des unterschiedlichen Datenrauschens nicht mit einheitlichen Parametern invertiert werden, was partiell zu Schwierigkeiten bei der Analyse der Methodenvergleiche führte. Es können Werte von 20 - 300 kohmm und 2 - 5.5 km^s⁻¹ für eishaltigen Permafrost definiert werden.

Defining the Arctic coastline with satellite data

Aleksandra Efimova

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2021

Betreuer: Privatdoz. Dipl.-Geograph Dr. Annett Bartsch

The Arctic regions are among the most rapidly changing environments on Earth. Especially Arctic coastlines are highly sensitive to climate change. Coastal damages affect communities and wildlife in those areas and increasing erosion leads to higher engineering and relocation costs for coastal villages. Moreover, erosion releases significant amounts of carbon, which can cause a feedback loop that accelerates climate change and coastal erosion even further. As such, detailed examination of coastal ecosystems, including shoreline types and backshore land cover, is necessary.

High spatial resolution datasets are required in order to create and validate land cover classifications. Multispectral remote sensing could be a powerful tool for areal retrieval. Sentinel-2 data offers good spatial and temporal resolution and may enable the monitoring of large areas of the Arctic. In this study, a traditional land cover classification (Minimum Distance Algorithm) was compared to a more sophisticated machine learning approach using a Gradient Boosting Machine (XGboost). Eight land cover classes were selected and the classification was tested in study areas along the Yukon Coast,

the Chukchi Sea coast, the East Siberian Sea Coast, and the Laptev Sea Coast. The results show that machine learning is superior for coastal mapping in the Arctic using Sentinel-2 data. XGboost achieved an overall classification accuracy ranging from 73.2% to 87.7% depending on the region, while the overall accuracy of MDA was slightly lower, ranging from 60.3% to 81.9%. Misclassification of land and water occurred for both methods and in all regions and were mainly caused by shadows and spectral confusion between classes. For example, bedrock shadows were classified as water, and boundaries between different land cover classes were difficult to classify.

The classification results were further used to extract and map the coastline with attached attributes of target land cover classes. The coastline was defined as border between water and land and semi-automatically extracted. An extended accuracy assessment of the XGBoost results along the coastline showed, that despite classification problems, more than 75% of the land cover in this zone was correctly classified. In addition, visual interpretation of the results showed that the applied methodology can be used to create a more accurate delineation of coastlines in comparison to existing coastline data set from the Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Geography Database (GSHHG).

Assessing the Effect of Currentness of Spatial Data on the Quality of Routing

Martin Schmidl

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2021

Betreuer: Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Navrátil

When making spatial decisions, the quality of the underlying data plays an important role. Especially in navigation these data are necessary to route the user to a desired location (usually going by the shortest or fastest route). Road networks are prone to changes, which are represented in the data and those changes might have an impact on the computed route. By using outdated street network data, these changes might not

have been accounted for and thus lead to an extension travel time or, even worse, a route to the destination that is not legally allowed anymore.

This thesis focuses on the mentioned temporal change. The freely available, route-able graph from OpenStreetMap can be downloaded with different timestamps. On each of these datasets the fastest route between a two randomly chosen points can be computed. Each of those fastest routes are reconstructed on the most recent dataset, whereas it is also checked, if the same route is even possible. If that isn't the case, a new route from the incident point to the destination is computed. This is done for 500 routes in Vienna, Austria. With this, the travel times can be compared on the most recent dataset and the extension of the travel time can be quantified. Ultimately, a first assessment of temporal quality based on the currentness of a dataset is given.

Zustandserfassung von Stützbauwerken mittels dynamischem Laserscanning

Christina Ehrhart

Diplomarbeit: Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2021

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Lienhart Werner

Stützbauwerke sind im Alpenraum fester Bestandteil der Straßen- und Schieneninfrastruktur. Von umso größerer Bedeutung ist die Gewährleistung der Tragfähigkeit aller Bauwerke über die gesamte Lebensdauer. Derzeit ist die Zustandserfassung und -beurteilung mit einem enormen Zeitaufwand, hohen Kosten und Sperren von Streckenabschnitten verbunden. In der vorliegenden Arbeit wird ein generischer Arbeitsfluss zur systematischen, raschen und kostengünstigen Grobdetektion von Bauwerken in kritischem Zustand aus dynamisch erfassten Laserscandaten definiert. Anhand zustandsrelevanter Parameter werden Problembauwerke selektiert, um im Bedarfsfall zielgerichtete Maßnahmen zu setzen. Auf praktischer, versuchsorientierter und messtechnischer Ebene werden die Möglichkeiten und Grenzen von mobilen Multisensorsystemen im Fließverkehr mit einer Fahrgeschwindigkeit von bis zu 100 km/h aufgezeigt und die Präzision zustandsrelevanter Parameter beurteilt.

Recht und Gesetz

Zusammengestellt und bearbeitet von Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.iur. Christoph Twaroch

„Ungemessene“ Servitut; § 484 ABGB

Bei „ungemessenen“ Dienstbarkeiten sind im Rahmen der ursprünglichen oder der vorhersehbaren Art der Ausübung die jeweiligen Bedürfnisse des Berechtigten maßgebend.

(OGH 1. September 2020, 10Ob31/20m)

Sachverhalt:

Die Kläger sind je zur Hälfte Eigentümer eines Grundstücks, das an einen See angrenzt. Zu Gunsten der Grundstücke der Beklagten ist eine Servitut des Gehrechts und der Nutzung zum Baden im Grundbuch eingetragen. Strittig ist, in welchem Umfang das dienende Grundstück zum Baden benutzt werden darf: Einmal täglich kurz von den Eigentümern der herrschenden Grundstücke (so die Kläger) oder mehrmals täglich von den Eigentümern und deren Familienmitgliedern auch zum zweistündigen Verweilen vor und nach dem Baden (so das Berufungsgericht).

Rechtliche Beurteilung:

1. Wird im Servitutsbestellungsvertrag Ausmaß und Umfang des eingeräumten Rechts nicht näher festgelegt, so liegt eine ungemessene Servitut vor. Deren Umfang richtet sich, ebenso wie die Art der Ausübung nach dem Inhalt des Titels, bei dessen Auslegung insbesondere der Zweck der Dienstbarkeit zu beachten ist. Maßgebend ist dabei das jeweilige Bedürfnis des herrschenden Guts unter Berücksichtigung der ursprünglichen Bewirtschaftungsart sowie der vorhersehbaren Art der Ausübung.

2. Die Art der Ausübung findet ihre Grenzen in einer unzumutbaren Beeinträchtigung des Eigentümers des dienenden Guts. Dem Berechtigten soll der angestrebte Vorteil ermöglicht, dem Belasteten aber so wenig wie möglich geschadet werden. Eine unzulässige Erweiterung der Dienstbarkeit liegt nur vor, wenn das dienende Gut dadurch erheblich schwerer belastet wird. ...

4. Das Berufungsgericht nahm eine ungemessene Servitut an, weil Art und Ausmaß der Dienstbarkeit „zum Baden“ im Titel nicht eindeutig begrenzt wurden. Seine Beurteilung, die Servitut berechtige nicht nur zum Schwimmen (gemeint im Sinne einer Fortbewegung in einem Gewässer), sondern beinhalte jeweils eine zweistündige Verweildauer „am Stück“ vor und nach dem Baden auch zu Gunsten von Familienmitgliedern (Kinder und Enkel) der Eigentümer der herrschenden Grundstücke ist nicht zu korrigieren.

5. Im Servitutsbestellungsvertrag wurde neben dem räumlich beschriebenen Gehrecht das Recht eingeräumt, den nordwestlichen Uferstreifen einer Wiese zum Baden zu benützen. Die von den Klägern gewünschte Beschränkung des Nutzungsrechts auf das einmal tägliche Betreten, Auskleiden, Schwimmen, Ankleiden und anschließende Verlassen des Grundstücks nur durch den/die Eigentümer des herrschenden Grundstücks wird dem Erholungs und Freizeitweck eines derartigen Baderechts nicht gerecht. Der Kreis der Berechtigten kann im Rahmen der bei Abschluss der Servitutsvereinbarung vorstellbaren Benützung auch größer werden. Die Steigerung der Zahl der Benützenten bedeutet im Allgemeinen für sich alleine noch keine unzulässige Erweiterung der Servitut. Nach den Feststellungen der Vorinstanzen hat sich die Nutzung (Personenkreis, Verweildauer) im Vergleich zu früheren Zeiten sogar reduziert.

Gemeinschaftliche Grenzmauer; § 854 ABGB

Der Begriff der Grenzeinrichtung (Scheidewand) umfasst Einrichtungen, die sich im Grenzbereich zweier Grundstücken befinden, das heißt, jeweils zum Teil auf beiden Grundstücken.

Das im § 854 ABGB genannte „gemeinschaftliche Eigentum“ ist als Miteigentum iS der §§ 828 ff ABGB zu verstehen.

(OGH 24. Februar 2021, 7Ob210/20p)

Sachverhalt:

Die Rechtsvorgänger der Parteien haben sich schon vor Jahrzehnten dahin geeinigt, dass die auf beiden Seiten bewusst mittig auf die Grenze gesetzte, auf beiden Seiten über die Grundstücksgrenze hinausreichende Mauer eine ihnen gemeinsame sein sollte. Im Zuge eines späteren Bauverfahrens haben die Klägerinnen einer Aufstockung der an der Grundstücksgrenze errichteten gemeinsamen Mauer ausdrücklich zugestimmt.

Aus der Begründung des OGH:

Redlicher Bauführer iSd § 418 ABGB ist der, der im Zeitpunkt der Bauführung aus plausiblen Gründen a) über die Eigentumsverhältnisse am verbauten Grund irren durfte oder b) aufgrund irgendwelcher Umstände, etwa einer allenfalls auch konkludent zustande gekommenen Vereinbarung, annehmen durfte und angenommen hat, dass ihm der Bau vom Eigentümer gestattet worden sei. Eine Voraussetzung für den Eigentumsverlust bildende Unredlichkeit des Grundeigentümers iSd § 418 Satz 3 ABGB läge darin, dass er den redlichen

Bauführer bauen lässt, obwohl er selbst weiß, dass dieser auf fremdem Grund baut; für die Verwirkung des Eigentumsrechtes am Grund ist daher das Verhalten des Grundeigentümers wesentlich, der in Kenntnis seines eigenen Rechts zusieht, wie dem Bauführer aus Unkenntnis dieses Rechts Vermögensnachteile zu erwachsen drohen.

Das Vorliegen einer Vereinbarung über die Bauführung schließt die Anwendung der subsidiären Vorschriften des § 418 ABGB aus. Es hängt in einem solchen Fall von der Vereinbarung ab, ob das Bauwerk dem Grundeigentümer oder dem Bauführer zufällt.

Ein sich „zwischen benachbarten Grundstücken“ – das heißt jeweils zum Teil auf beiden Grundstücken – befindender Zaun ist nach § 854 ABGB als gemeinschaftliches Eigentum anzusehen, wenn nicht das Gegenteil bewiesen wird. Dies ist als Miteigentum iSd §§ 828 ff ABGB zu verstehen. Dass das Alleineigentum an jedem der aneinandergrenzenden Grundstücke bis zur gemeinsamen Grenze reicht, beseitigt nicht die im § 854 ABGB vorgesehene Vermutung, wonach jener Teil, auf dem sich die Grenzanlage befindet, im Miteigentum beider Grenznachbarn steht.

Zwar kann nach § 855 ABGB jeder Miteigentümer eine gemeinschaftliche Mauer auf seiner Seite bis zur Hälfte in der Dicke benützen. Hier haben die Klägerinnen jedoch nach den Feststellungen im Zuge eines späteren Bauverfahrens Erklärungen zur Nutzung der gemeinsamen Mauer durch den Beklagten abgegeben und insbesondere einer Aufstockung der an der Grundstücksgrenze errichteten gemeinsamen Mauer – wenngleich unter bestimmten Auflagen – ausdrücklich zugestimmt. Die Vorinstanzen haben dies dahin ausgelegt, dass dabei keine Einschränkung auf bestimmte Mauerteile vorlag und der Beklagte daher nur über die Mauerkante hinaus in das Grundstück der Klägerinnen hineinragende Gebäudeteile entfernen muss, nicht aber solche auf der Mauer. Die Argumentation der Klägerinnen, ihre Zustimmung habe sich nur auf ihren Anteil bezogen, überzeugt nicht, weil der Beklagte zur Nutzung „seiner“ Mauerhälfte nach § 855 ABGB ohnehin auch ohne Zustimmung der Klägerinnen berechtigt gewesen wäre.

Keller unter fremden Grund; offenkundige Dienstbarkeit

Berufung auf die Gutgläubigkeit bei Erwerb einer Liegenschaft hinsichtlich Freiheit von Dienstbarkeiten ist nur möglich, wenn keine Umstände vorliegen, die bei gehöriger Aufmerksamkeit den wahren vom Grundbuchsstand abweichenden Sachverhalt erkennen lassen.

Für den Begriff der offenkundigen Dienstbarkeit ist es wesentlich, ob man vom dienenden Grundstück aus bei einiger Aufmerksamkeit Einrichtungen oder Vorgänge wahrnehmen kann, die das Bestehen einer Dienstbarkeit vermuten lassen.

(OGH 25.Juni 2020, GZ 9Ob14/20d)

Sachverhalt:

Die Kläger sind Eigentümer einer Liegenschaft in K. Der Beklagte ist Eigentümer einer nur durch Gemeindegrund ca 25 m entfernten Liegenschaft. Die Liegenschaften befinden sich auf dem Kellerberg, einer verstreuten Ansammlung von Presshäusern, die jeweils die gesamte Grundstücksfläche einnehmen. Dazwischen befinden sich Wiesen und kleine befahrbare Wege, die im Eigentum der Gemeinde stehen. Von den Presshäusern ausgehend verlaufen unterirdisch zahlreiche Kellerröhren, teilweise auch in mehreren Etagen über- bzw. untereinander. Diese Keller befinden sich nicht nur unter dem Grund des jeweiligen Presshauseigentümers, sondern auch unter fremdem Grund. Sämtliche unterirdische Kellerröhren bestehen in ihrer heutigen Ausgestaltung seit mehr als 70 Jahren. Es wurden entweder nie Baubewilligungen erteilt oder gingen die Unterlagen im Zuge einer Gemeindezusammenlegung verloren. Die Kellerröhren verfügen zu ihrer Belüftung über an die Erdoberfläche reichende Dampfrohre, wobei es oberirdisch nicht möglich ist, die Dampfrohre einer bestimmten Kelleranlage zuzuordnen.

Unter dem Presshaus der Kläger befindet sich eine Kellerröhre, die nur vom Presshaus des Beklagten aus begangen werden kann. Diese Kellerröhre hat drei an die Erdoberfläche führende Dampfrohre. Darunter ist eine weitere Kellerröhre vorhanden, die nur von einem anderen Presshaus aus zu begehen ist.

Den Klägern war bei Ankauf der Liegenschaft 2011 bekannt, dass die von ihrem Presshaus ausgehenden Kellerröhren unter fremden Grund führen. Auf weitere, unter dem besichtigten Presshaus verlaufende Kellerröhren wurden sie von niemandem hingewiesen. Ihnen fielen im Rahmen der Besichtigung die rund um das Kaufobjekt situierten Dampfrohrenabdeckungen auf, darunter zwei, die zum Keller des Beklagten gehören. Sie wussten, dass diese der Belüftung von Kellern dienen. Dessen ungeachtet gingen sie davon aus, dass eine hier allenfalls unterirdisch verlaufende Kellerröhre vor dem Beginn ihres Grundstücks enden würde. Mitte 2012 erfuhr sie vom Bestand der unterirdischen Kellerröhre.

Die Kläger begehren die Feststellung, dass der Beklagte bzw. allfällige Nachfolger im Eigentum an seiner Liegenschaft nicht berechtigt seien, sich die Dienstbarkeit der Duldung eines Kellers unter dem Grundstück der Kläger anzumaßen und/oder das Eigentum der Kläger zu

stören, indem ein Keller unter deren Grund errichtet, erhalten, erweitert oder auf welche Weise immer genutzt wird; dass der Beklagte verpflichtet werde, den Keller im Bereich ihres Grundstücks vollständig zu verfüllen und das Füllmaterial so zu verdichten, dass die Standfestigkeit des darüber gelegenen Grundes und Bauwerks gegeben sei, und dem Eigentumsrecht der Kläger widersprechende Baumaßnahmen zu entfernen; sowie dass der Beklagte verpflichtet sei, weitere derartige Störungen zu unterlassen. Es bestehe keine Dienstbarkeit der Duldung des Kellers unter ihrem Grundstück. Sie hätten die Liegenschaft lastenfrei erworben. Ihrer Nachforschungspflicht seien sie ausreichend nachgekommen.

Das Erstgericht wies alle Klagebegehren ab. Der Beklagte hätte das Recht auf Bestand eines Kellers unter fremdem Grund ersessen. Da eine offenkundige Servitut vorliege, hätten weder die Kläger noch ihr Rechtsvorgänger lastenfrei erworben. Das Berufungsgericht gab der Berufung der Kläger nicht Folge.

Rechtliche Beurteilung:

1. ...

2. Ein aus der Ersitzung oder Verjährung erworbenes Recht kann demjenigen, der im Vertrauen auf die öffentlichen Bücher noch vor der Einverleibung desselben eine Sache oder ein Recht an sich gebracht hat, nicht zum Nachteil gereichen (§ 1500 ABGB). Dem gutgläubigen Erwerber kann somit der außerbücherliche Erwerb einer Dienstbarkeit nicht erfolgreich entgegengehalten werden. Der Grundsatz des Vertrauens auf das öffentliche Buch gilt aber nicht uneingeschränkt. Die Berufung auf die Gutgläubigkeit ist nur möglich, wenn keine Umstände vorliegen, die bei gehöriger Aufmerksamkeit den wahren, vom Grundbuchstand abweichenden Sachverhalt erkennen lassen. Daher ist Gutgläubigkeit bei Offenkundigkeit der Dienstbarkeit zu verneinen.

3. Für den Begriff der offenkundigen Dienstbarkeit ist es wesentlich, ob man vom dienenden Grundstück aus bei einiger Aufmerksamkeit Einrichtungen oder Vorgänge wahrnehmen kann, die das Bestehen einer Dienstbarkeit vermuten lassen.

Soweit sich danach aus den besonderen Umständen Bedenken gegen die Vollständigkeit des Grundbuchstandes ergeben, müssen auch Nachforschungen vorgenommen werden. Der Umfang der Sorgfaltspflicht bestimmt sich nach der Verkehrsübung. Es genügt leichte Fahrlässigkeit. In Übereinstimmung mit der Redlichkeitsvermutung des § 328 ABGB liegt die Beweislast für die Schlechtgläubigkeit des Erwerbers bei demjenigen, der außerbücherlich erworben hat, insbesondere daher für Wissen oder Wissenmüssen von der vom Grundbuchstand abweichenden Rechtslage oder für die Offenkundigkeit einer Dienstbarkeit. Ist dem außerbücherlich

Berechtigten allerdings der Nachweis einer unklaren Situation, die einen Anlass für Nachforschungen darstellt, gelungen, so trifft die Beweislast für die Durchführung der Recherchen und ihr Ergebnis den, der im Vertrauen auf den Grundbuchstand erworben haben will.

4. Die Kläger haben wie schon ihr unmittelbarer Rechtsvorgänger eine Liegenschaft mit einem Presshaus erworben, von dem Kellerröhren über die Grundstücksgrenze hinausführen. In der näheren Umgebung befindet sich eine Vielzahl weiterer Presshäuser, von denen anzunehmen war, dass sie vergleichbar angelegt sind. Um das Presshaus sind Dampfrohre zu sehen, die, wie auch den Klägern bekannt war, der Belüftung der Kellerröhren dienen.

Die Rechtsauffassung der Vorinstanzen, dass aufgrund dieser Gesamtsituation Bedenken gegen die Vollständigkeit des Grundbuchstands bestehen mussten und von einer Nachforschungspflicht der Kläger auszugehen ist, hält sich im Rahmen des gesetzlich eingeräumten Ermessensspielraums. Darauf, dass den Klägern zum Zeitpunkt des Erwerbs der Liegenschaft der Kellerplan nicht bekannt war, kommt es in diesem Zusammenhang nicht an.

Grundstücksteilung; Bewilligung; § 14 Abs 3 Bgld BauG

Das burgenländische Baurecht kennt keine Bewilligungspflicht von Grenzänderungen unbebauter Grundstücke im Bauland.

(OGH, 29.Juni 2020, 5Ob93/20t)

Sachverhalt:

Das Erstgericht bewilligte die beantragten Grundstücksveränderungen ob mehrerer Liegenschaften aufgrund eines Tausch- und Abtretungsvertrags, eines Teilungsplans samt Trennstücktafel und des Planbescheinigungsbescheids des Verma.

Das Rekursgericht gab dem dagegen erhobenen Rekurs der als Baubehörde einschreitenden Gemeinde nicht Folge. Das burgenländische Baurecht kenne eine Bewilligungspflicht von Grenzänderungen im Bauland nicht. § 14 Bgld BauG sehe nur eine Anzeigepflicht von Teilungen bereits bebauter Grundstücke im Bauland vor, nicht jedoch eine Bewilligung durch die Gemeinde als Baubehörde für die Teilung unbebauter Liegenschaften. Eine Bewilligungspflicht lasse sich auch nicht aus §§ 48 oder 52 Abs 3 Bgld RPG ableiten.

Rechtliche Beurteilung:

Das Rekursgericht hat die Rechtslage nach dem Bgld BauG 1997 und dem Bgld RPG 2019 richtig dargestellt:

§ 14 Abs 3 des Bgld BauG sieht eine Anzeigepflicht von Teilungen bereits bebauter Grundstücke im Bauland

an die Baubehörde vor. Die Baubehörde hat die rechtliche Möglichkeit, bei Nichtvorliegen gewisser, dort näher geregelter Voraussetzungen die Grundstücksteilung zu untersagen, eine Bewilligungspflicht ist der Bestimmung nicht zu entnehmen. § 14 Abs 4 Bgld BauG ordnet nur an, dass die Baubehörde über ihr schriftlich bekanntgegebene Grundstücksteilungen oder Grundstückszusammenlegungen im Bauland auf Verlangen für die Vorlage beim Grundbuchsgericht eine Bestätigung darüber auszustellen hat, dass die betroffenen Grundstücke zur

Gänge im Bauland liegen. Auch daraus lässt sich eine Bewilligungspflicht nicht ableiten.

Mit Grundstücksveränderungen an unbebauten Grundstücken im Bauland befasst sich § 14 des Bgld BauG nach seinem eindeutigen Inhalt hingegen nicht, der Landesgesetzgeber räumt vielmehr – wie auch die Revisionsrekurswerberin zugestehen muss – der Baubehörde keine öffentlich-rechtlichen Mitwirkungsbefugnisse ein.

Neue Rubrik „Grenzsteine, die Geschichten erzählen“

Die Steine reden!

Dieser Ausspruch „Saxa loquuntur“, der am Neuen Tor in Salzburg¹ steht, soll hier in seiner ursprünglichen geschichtlichen Bedeutung wahr werden. Gedacht ist dabei zuerst an die Grenzsteine. Bei vielen Wanderungen stoßen wir auf sie, doch unbeachtet bleiben sie am Wege, die Zeugen der Vergangenheit, Geschichtsquellen, die ausgenützt sein wollen. Sie haben den Vorteil, noch bodenständig zu sein, während andere Funde in die Museen wanderten. Schon die allgemeine Betrachtung der Grenzsteine lehrt uns ein schönes Stück Rechtsgeschichte, erinnert uns an Sitte, Brauch und Sage. In früheren Zeiten war die Grenzbezeichnung eine einfache: ein Speerwurf, eine Marke, mit einem Beile Kreuze in den Baum gehauen, das Aufwerfen eines Hügels (Leber oder Hotter), der einfache Graben oder der Rain genügte zur Abgrenzung des Besitzes und in manchen Gegenden haben sich die ursprünglichen Markzeichen noch erhalten. Beim bäuerlichen Besitz tritt der unbehauene Findling auf, der von einem Kranz kleinerer Steine – den Zeugensteinen – umgeben ist. Durch diese Zeugensteine sollte eine böswillige Versetzung der Grenzsteine erschwert werden. Nur zu bald wurden Grenzsteine Anlass zu Streit und Hader und die Grenzstreitigkeiten führten zu langjährigen Prozessen, die oft Hab und Gut verzehrten und die Streitenden an den Bettelstab brachten. Was Wunder, wenn in alter Zeit, in der es noch keine genaueren Aufzeichnungen über Lage und Ausmaß des Besitzes gab, die härtesten Strafen der Grenzfreveler hartneten.

... Da die vollständige Deutung eines Grenzsteines nicht immer an Ort und Stelle gelingt, fertigen wir uns nach einiger Betrachtung und Überlegung eine Skizze vom Grenzstein an. Wir bestimmen mit Karte und Kompaß seinen genauen Standort. Auch die eingegrabenen Zeichen und Zahlen suchen wir zu entziffern, betrachten ihre Schreibweise und zeichnen sie, so gut es geht, nach.

Am häufigsten treffen wir im Wienerwald Grenzsteine des ehemals kaiserlichen Besitzes an (heute Bundesforste). Vom einfachsten Stein mit KK oder mit KKFA (kaiser-königliches Forstärar) bis zu den schön verzierten Barocksteinen Leopolds I. und Maria Theresias finden wir sie mit verschiedenen Bezeichnungen; der älteste reicht auf 1607 zurück und hat den Buchstaben R (Rudolf II.), darüber die Spuren einer Krone. In der Umgebung von Liesing kommen noch Steine mit F II. 1628 und FS (Secundi) 1628 vor, die auf Kaiser Ferdinand II. zurückweisen.



... Zahlreich sind die Grenzsteine aus alter und neuer Zeit in und um Wien. Aber auch in anderen Städten, Märkten und Dörfern unserer Heimat stehen Grenzbezeichnungen, die auszuwerten sind.

Gehen wir an die Arbeit!

Abbildung oben: Grenzsteinskizzen aus: Butz, Landeskunde und Schule, UH 26, 1955

1) Die Inschrift am Salzburger Neutor lautet „Te saxa loquuntur“, also „Von Dir sprechen die Steine“

Der vorstehende „Aufruf“, den Grenzsteinen mehr Aufmerksamkeit zu widmen, ist – gekürzt – einem Artikel von Hans Ernst Butz mit dem Titel „Landeskunde und Schule“ entnommen, der 1955 (sic!) in der Zeitschrift „Unsere Heimat 26, 173“, herausgegeben vom Verein für Landeskunde von Niederösterreich, veröffentlicht wurde. Der Artikel aus 1955 zeigt, dass jeder Grenzstein ein neues Rätsel aufgeben kann, dessen Lösung ihn wieder besonders interessant macht. Er offenbart, wie seine Geschichte unsere Geschichte bereichern kann.

Grenzsteine sind sichtbare Zeugen eines einfachen und allgemein verständlichen Systems zur Sicherung des Eigentums an Grund und Boden. In einer neuen und regelmäßig in der VGI veröffentlichten Rubrik werden Grenzsteine mit besonderer Geschichte oder Gestalt vorgestellt.

Machen Sie mit!

Wenn Sie historisch interessante oder an Größe und Form markante Grenzsteine kennen, so senden Sie einen Beitrag und/oder motivieren Sie Fachkolleg*innen zu einer Meldung. Viele bemerkenswerte Grenzsteine sind schon in einer „Grenzsteindatenbank“ erfasst; siehe: www.grenzsteine.at.

Die Kriterien für die Besonderheit eines Grenzsteines sind:

- Merkmale wie z.B. Größe und Form, „Schönheit“, markante Gestalt, interessante Inschriften oder Wappen, aber auch besondere Steinmetzarbeiten sind von Bedeutung.

- Historisch interessante Grenzsteine, die eine Geschichte erzählen (z.B. Entscheidung eines Grenzstreits) oder besonders alt sind, was z.B. durch Jahreszahlen auf dem Grenzstein belegt wird.

- Der Grenzstein sollte sich an seinem originären Ort befinden – das heißt, er sollte nicht als ‚Museumsstück‘ oder ‚Fundstück‘ in einen Garten gewandert sein

Die Dokumentation zu jedem Grenzstein sollte – wenn möglich - enthalten:

- Bezeichnung des Grenzsteins
- Foto (von mehreren Seiten) möglichst mit GNSS-Funktion oder Ortungsdienst
- Standort/Lage, eventuell mit Kartenausschnitt (Pol. Bezirk/KG/Gst.Nr./Koordinaten/Adresse)
- Beschriftung, allfällige Wappen, Jahreszahl
- Material und Zustand
- Historie: geschichtliche Fakten, Erzählungen, Nennung in einem Urbar oder einer Grenzbeschreibung
- Einsender*in (Name und Kontaktdaten)

Senden Sie ihren Beitrag an die Redaktion der VGI oder an eine*n der Initiator*innen dieser Rubrik:

Peter Waldhäusl
Reinfried Mansberger
Günther Abart
Michael Hiermaseder
Elisabeth Janeschitz
Dietrich Kollenprat
Gerhard Navratil
Gerda Schennach
Christoph Twaroch

Aus dem Vereinsleben

Nachruf auf Präsident Dipl.-Ing. Rainer Kilga



An das Eintreffen mancher Nachrichten, vor allem an die Gefühle, die sie auslösen, und an das Umfeld, in dem sie uns erreichen, erinnern wir uns immer wieder. Ein Wort oder ein unbedeutender Hinweis reichen aus, um im selben Augenblick die damalige Situation entstehen zu lassen.

Es war ein lächerlich normaler Tag Ende April, an dem mich eine solche Nachricht, die Nachricht vom Tod von Präsident Dipl.-Ing. Rainer Kilga, erreichte. Sie war für mich so unglaublich, dass ich sie zuerst für einen Irrtum oder eine Fehmel-

dung hielt. Ja, ich wusste natürlich, dass Rainer Kilga bereits im 88ten Lebensjahr war, ich hatte ihm ja wenige Wochen zuvor via E-Mail zum Geburtstag gratuliert, aber wie auf mich, so auch auf andere, hatte er stets einen sportlich-dynamischen und ewig jungen Eindruck gemacht. Was mich allerdings gewundert hat, war, dass ich entgegen seiner Gewohnheit nicht umgehend eine Antwort erhalten hatte. Ich schrieb das aber seiner Liebe zum Arlberg zu, wo er gewöhnlich um diese Zeit gemeinsam mit seiner Gattin den Skiurlaub verbrachte und durch das schöne Wetter gehindert war zu antworten.

Diesmal war es leider nicht so.

Rainer Kilga war, wie ich aus meinen zahlreichen Gesprächen wusste, nicht nur für mich, auch für andere der Inbegriff eines gesund und sportlich lebenden Menschen. Diese Nachricht passte nicht in das Bild. Sie passte überhaupt nicht.

Es dauerte einige Zeit, bis ich damit umgehen konnte. Hatte ich doch Rainer Kilga, und er mich, etliche Jahrzehnte lang im Berufsleben begleitet.

Geboren wurde Rainer Kilga am 13. April 1934. Ich brauche nicht zu betonen, dass seine Kindheit und Jugend in eine höchst schwierige Zeit gefallen sind. Und ich denke, die persönlichen Erfahrungen dieser Jahre haben ihn ganz wesentlich geformt. Geformt in seiner bewussten Haltung auf ein Ziel hin, daraufhin, dass persönlicher Erfolg ganz wesentlich auch von erworbenen und sich selbst angeeigneten Fähigkeiten abhängen, dass es im Leben nicht allzu häufig Anker gibt, die sichern, oder Stützen, die tragen.

Ganz sicher war vor allem seine Familie eine solche Unterstützung und ein Ruhepol. In jungen Jahren war es seine Schwester, später seine Frau Christine, die er am 28. Februar 1959 ehelichte. Ebenso wie eine rare, handverlesene Schar von Freunden.

Außerhalb dieses Kreises dürfte es kaum einen gegeben haben, mit dem Rainer Kilga über das notwendige Maß hinaus persönliche Gedanken oder Vorstellungen geteilt hat. Offen und freundlich, im Zusammentreffen gesellig und fröhlich, aber zurückhaltend in vielem was ihn selbst betraf. So ist er mir in Erinnerung.

Am 2. Juni 1953 legte Rainer Kilga an der Bundesrealschule 14, Astgasse, die Reifeprüfung mit Auszeichnung ab.

Am 9. Dezember 1957 folgte die 2. Staatsprüfung in der Studienrichtung Vermessungswesen an der Technischen Hochschule Wien mit sehr gutem Erfolg. Keines der Studienjahre verging ohne Praktikum. Beim BEV ebenso wie vor allem beim Land Oberösterreich.

Am 13. April 1958 trat Rainer Kilga in das Vermessungsamt Wien ein und im Jahre 1959 legte er, wie hatte es anders sein können, die Prüfung für den Höheren Dienst mit Auszeichnung in allen Gegenständen ab.

Vom BEV wurde er daher bald darauf in die damalige Abteilung K3 (Triangulierung), geholt, für viele Jahre seine berufliche Heimat. Ich denke, die sowohl vermessungstechnisch als auch körperlich herausfordernden Aufgaben der Grundlagenvermessung kamen in dieser Zeit seiner Vorstellung von Beruf und Berufung in höchstem Maße entgegen. Die parallel laufende rasante Entwicklung am Sektor der Vermessungsinstrumente und die sich daraus ergebene Notwendigkeit bestehende Verfahren und Methoden abzuändern, weiter zu entwickeln, oder gar völlig neue Abläufe zu gestalten, unterstützte das von ihm gewählte Arbeitsprofil in besonderem Maße.

Ich persönlich arbeitete mit Rainer Kilga erstmals zusammen, als es um die Fragen zur Einrichtung der Koordinatendatenbank der Triangulierungspunkte ging.

Fachliche Berührungspunkte gab es darüber hinaus auch in der Frage der Festpunktfeldes vor dem Hintergrund der damaligen Verfahren zur Umbildung der Katastralmappe.

1981 und 1982 führte uns die Vorbereitung und Durchführung des 1. Österreichischen Geodätentages, den wir gemeinsam mit dem DVW in Wien veranstalteten, unter dem Dach der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG) zusammen. Beide waren wir im örtlichen Vorbereitungsausschuss tätig. Rainer Kilga oblag die Planung und Durchführung der Firmenausstellung, eine Aufgabe die er mit Erfolg erfüllte.

1984 wurde Rainer Kilga zum Leiter der Abteilung K3 (Triangulierung) bestellt, ein Schritt in der Karriere, der ihn allerdings weg führte von der von ihm so geliebten Grundlagenvermessung in den österreichischen Bergen.

Zwei Jahre darauf erfolgte seine Bestellung zum Leiter der Gruppe Landesaufnahme, in die höchste Führungsebene innerhalb des BEV. Vom "Triangulator" war er damit 1986 zum obersten Fernerkunder, Topografen und Kartografen des BEV geworden. Aber auch diese Berufung kam seinem technisch-zukunftsorientierten Denken entgegen. Für vieles waren zwar schon Vorbereitungsarbeiten geleistet, war eine solide Basis vorhanden, aber er verstand es besonders, die jungen Mitarbeiter zu begeistern und die Ideenvielfalt zu fördern ohne das bestehende Führungsteam zu entmutigen. Die Mitarbeit des BEV an den Projekten "Weinbaukataster" (Vulgo Reblaus), „Waldzustandsinventur" (WZI) und "Berghöfekataster" unterstützten in Verbindung der Implementierung neuer Verfahren die forcierte technologische Neuausrichtung der Gruppe Landesaufnahme.

1990 wurde er für seine damit verbundenen Verdienste um die Republik Österreich mit der Verleihung des Großen Ehrenzeichens ausgezeichnet. Im selben Jahr wurde er in den Fachbeirat der Geologischen Bundesanstalt berufen und zum österreichischen Delegierten bei der OEEPE (Organisation Européenne d'Etudes Photogramétriques Expérimentales) bestellt.

1994 erfolgte seine Bestellung zum Stellvertretenden Leiter des BEV, verbunden mit dem Titel "Vizepräsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen".

Mit dem Ausscheiden von Präsident Dipl.-Ing. Friedrich Hrbek aus dem aktiven Dienst Ende 1995 wurde die Leitung des BEV vakant. Rainer Kilga besuchte mich kurz darauf in meinem Büro, ich war zu dieser Zeit Leiter der Abteilung K1 (Planung, Organisation, Verwaltung) der Gruppe K, und teilte mir mit, dass er sich nicht für die Leitung des BEV bewerben würde, sondern viel mehr mich im Falle meiner Bewerbung voll unterstützen würde. Er begründete dies mit den besonderen Herausfor-

derungen die in organisatorisch-rechtlichen und strukturellen Fragen auf das BEV zukämen. Seinen Worten folgten Taten. Gleichzeitig mit meiner Bewerbung berief er mich in das oberste Führungsgremium des BEV, er leitete ja interimistisch das Amt, und unterstützte mich später in meiner Leitungsfunktion bis zu seinem Übertritt in den Ruhestand auf hervorragende Art und Weise. Seine Rückendeckung war in der Phase der immer wiederkehrenden Ausgliederungsdebatten und der Strukturreform des BEV höchst wertvoll. Er vertrat mich in dieser Zeit insbesondere am internationalen Parkett und unterstützte mich sowohl im laufenden Betrieb, als auch bei der Umsetzung der Strukturreform, nicht nur innerhalb seiner Gruppe.

Im Zuge der Strukturreform des BEV wurde die Abteilung Grundlagenvermessung mit der Gruppe Landesaufnahme zur Gruppe V (Vermessungswesen) zusammengeführt. Mit deren Leitung wurde Dipl.-Ing. Rainer Kilga beauftragt.

Mit 31. Dezember 1999 schied Vizepräsident Dipl.-Ing. Rainer Kilga aus dem aktiven Dienst aus. Für seine

hervorragende Unterstützung der Leitung des BEV und die mit dieser Unterstützung verbundenen Verdienste wurde er mit dem Titel "Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen" ausgezeichnet.

Am 28. April 2021 ist Rainer Kilga verstorben. Seiner Familie, insbesondere seiner Frau Christine und den beiden Söhnen Michael und Manfred, auf die er Zeit seines Lebens mit besonderem und berechtigtem Stolz blickte, gehört unser ganzes Mitgefühl. Am 12. Mai 2021 wurde Rainer Kilga am Friedhof Baumgarten, begleitet von seiner Familie und einer coronabedingt begrenzten Schar von Freunden und Kollegen zur letzten Ruhe gebettet. Ich bin mir sicher, eine viel größere Schar beruflicher Wegbegleiter wird ihn als einen zukunfts- und zielorientierten Kollegen, angenehmen Mitarbeiter und eben solchen Vorgesetzten in Erinnerung behalten und seiner gedenken.

Ich verneige mich in Dankbarkeit.

August Hochwartner

Herzliche Gratulation zu einem Jubiläum im Mai, Juni und Juli 2021

50. Geburtstag

Dipl.-Ing. Wilhelm Jachs, Zwettl

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Norbert Pfeifer, Wien

Dipl.- Ing. Dr.techn. Camillo, Ressler, Wien

Dipl.-Ing. Dr.techn. Christine Ressler, Wien

Dipl.-Ing. Stefan Riedler, Wels

Dipl.-Ing. Werner Stiglitz, Langenlois

60. Geburtstag

Peter Hühnmair, Graz

Dipl.-Ing. Gerald Fuxjäger, Graz

Dipl.-Ing. Thomas Zalka, Eisenstadt

Dipl.-Ing. Michael Foltin, Judenburg

Dipl.-Ing. Benedikt Tuttnner, Gleisdorf

Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Rieger, Wien

70. Geburtstag

Dipl.-Ing. Kurt Schafraneck, Völkermarkt

Dipl.-Ing. Georg Friedl, Imst

75. Geburtstag

Dipl.-Ing. Herbert Ahrer, Vöcklabruck

Dipl.-Ing. Eduard Macek, Weiz

Dipl.-Ing. Manfred Neubauer, Tulln

80. Geburtstag

Dipl.-Ing. Peter Kröpfl, Graz

Dipl.-Ing. Fritz Fleckl, Hartberg

Dipl.-Ing. Kurt Hojas, Persenbeug

Dipl.-Ing. Peter Kahlen, Staintz

Dipl.-Ing. Hanns H. Schubert, St. Pölten

Dipl.-Ing. Horst Rinner, Gratkorn

Wir begrüßen als neues Mitglied

Elisabeth Pieringer, Wien

Marieke Geiger, Wien

Dipl.-Ing. Thomas Klinghan, Graz

Wir trauern um die Verstorbenen

Dipl. Ing. Erlefried Olearczick ist am 23. Februar 2021 im 93. Lebensjahr friedlich entschlafen.

Dipl.-Ing. Wolfgang Köchelhuber ist am 23. Mai 2021 im 82. Lebensjahr verstorben.

Dipl.-Ing. Rainer Kalliany von Kallian ist am 19. Juni 2021 im 63. Lebensjahr verstorben.

Buchbesprechungen

Detlef Angermann, Roland Pail, Florian Seitz, Urs Hugentobler

Mission Erde

Geodynamik und Klimawandel im Visier der Satellitengeodäsie
Verlag Springer, Heidelberg,
2021, 277 Seiten, € 20,55.
ISBN 978-3-662-62338-1



Der Meeresspiegelanstieg ist als Auswirkung des Klimawandels in aller Munde. Im Mittel beträgt er derzeit etwa drei Millimeter pro Jahr, regional gibt es aber auch Anstiege und Absenkungen von einem Zentimeter. Warum wissen wir das? Wie ist es überhaupt möglich, verlässliche Aussagen diesbezüglich zu treffen? Die Satellitengeodäsie und die Geodäsie im Allgemeinen spielen hier eine entscheidende Rolle: Zunächst benötigen wir einen hochgenauen Referenzrahmen, sprich global verteilte Stationen mit Millimetergenauigkeit der Koordinaten und mit Geschwindigkeiten wesentlich genauer als ein Millimeter pro Jahr. Davon ausgehend werden die Bahnen der Altimetersatelliten mit Zentimetergenauigkeit bestimmt, und aus den Altimetermessungen über längere Zeiträume lässt sich der Meeresspiegelanstieg präzise bestimmen. Betreibt man dann gleichzeitig noch Satellitenmissionen zur Schwerfeldbestimmung, dann lassen sich sogar Aussagen zu den Gründen des Meeresspiegelanstiegs sowie zu Ozeanzirkulationen und deren Änderungen treffen.

Oft bleibt die Rolle der Geodäsie bei diesen tollen Errungenschaften und Möglichkeiten verborgen, und genau hier setzt das Buch an. Meeresspiegelanstieg und weitere spannende Themen, wie die Erdrotation und Plattentektonik, werden interessant und anschaulich präsentiert. Ohne die Verwendung von Gleichungen, dafür mit sehr treffenden Illustrationen, wird die Satellitengeodäsie mit all ihren Möglichkeiten dargestellt. Das Buch ist daher nicht nur für alle Spezialisten interessant, sondern es eignet sich auch ausgezeichnet, um anderen Personen die spannenden Aufgaben der Geodäsie näherzubringen. Jedenfalls ist es allen Schülerinnen und Schülern zu empfehlen, welche mit dem Gedanken spielen, Geodäsie zu studieren.

Sehr aufschlussreich und informativ habe ich die Interviews mit Günter Hein, Harald Lesch und Stefan Rahmstorf gefunden. So weist Günter Hein auf die immense Bedeutung der Globalen Satellitennavigationsysteme hin und merkt an, dass es Ende des Jahrzehnts

zehn Milliarden Geräte mit GNSS Sensoren geben wird. Stefan Rahmstorf nennt wichtige Kenngrößen zum Klimawandel und liefert Einblicke in politische Aspekte bei der Erstellung von IPCC Berichten. Weiters streicht er die besondere Bedeutung von Satellitenmissionen wie GRACE für die Bestimmung von Eismassenbilanzen hervor. Harald Lesch, Astrophysiker und Naturphilosoph, wirft schließlich einen interessanten Blick auf die Erde von außen und diskutiert kritisch die Herausforderungen für die Menschen durch den Klimawandel und die Art und Weise, wie wir damit umgehen.

Geschrieben wurde das Buch von ausgewiesenen Experten. Detlef Angermann, Roland Pail, Florian Seitz und Urs Hugentobler (alle von der TU München) sind international führende Wissenschaftler auf dem Gebiet der Satellitengeodäsie. Ich möchte ihnen zu diesem Buch gratulieren und kann die Lektüre nur empfehlen.

Johannes Böhm

Wolfgang Struck, Iris Schröder, Felix Schürmann, Elena Stirtz

Karten Meere

Eine Welterzeugung
Verlag Corso, Wiesbaden,
2020, 164 Seiten, € 20,00.
ISBN 978-3-7374-0763-2



„Karten eröffnen Möglichkeitsräume, die immer mehr beinhalten, als das was realisiert werden kann. Das gilt selbst für den praktischsten Typ von Karten, die Seekarten, die ja nicht nur dazu dienen, den eigenen Standort zu bestimmen, sondern auch einen zukünftigen Kurs zu planen oder ganz neue Routen zu konzipieren, also den Blick in eine Zukunft zu werfen, die immer auch anders werden könnte“ (S.11).

Dieses Buch ist eigentlich der Katalog zur Ausstellung „Karten Wissen Meer“, die im Deutschen Schifffahrtsmuseum in Bremerhaven und in Gotha gezeigt wurde, und präsentiert das Ergebnis eines Forschungsprojektes der Universität Erfurt „Für eine Geschichte der Globalisierung vom Meer aus“ von der Mitte des 19. Jahrhunderts über einen Zeitraum von etwa 100 Jahren. Als Quellen fungieren die See- und Meereskarten der Sammlung Perthes und des Deutschen Schifffahrtsmuseums, die zusammen mehr als 20.000 Exemplare umfassen. Das AutorInnenquartett dieser Publikation besteht aus den Projektverantwortlichen. Zahlreiche, oftmals sogar dop-

pelseitige Abbildungen ersetzen zwar nicht den Besuch oben genannter Ausstellung, geben aber einen sehr guten Eindruck in die Vielfalt dieses Kartentyps.

Am Ende jedes der vier Kapitel über einzelne Höhepunkte in der Geschichte der Seekarten finden sich literarische Textstellen über Seekarten aus Romanen und Erzählungen von Autoren wie Robert Louis Stevenson oder Jules Verne. Keinesfalls fehlen darf ein Ausschnitt von Herrmann Melvilles „Moby Dick oder der Wal“. Des Weiteren finden sich Auszüge von Berichten von Geographen und Naturforschern wie beispielsweise Alexander von Humboldt und Ernst von Hesse-Wartegg, die ihre Erfahrungen mit diesem Karten schriftlich belegen. Ein Originaltext des Jahres 1857 stammt aus den „Mittheilungen aus Justhus Perthes' Geographischer Anstalt ...“, den der Kartograph August Petermann über die Karte „Der Grosse Ocean“, die den Pazifik in Form eine Planiglobus darstellt. Hervorhebenswert ist die „Chart of the World“ (1863) in Merkatorprojektion des Kartographen Herrmann Berghaus, im Perthes Verlag erschienen. In dieser Karte sind neben den Strömungslinien und in verschiedenen gestuften Blautönen gehaltenen Tiefen auch Dampfschiffahrtslinien dargestellt. Zusätzlich werden mehrere Nebenkarten von für die Schifffahrt wichtigen Regionen platziert, um die projektionsbedingte Flächenverzerrung der Polregionen zu überspielen.

In der kartographischen Fachliteratur sind Beiträge, die sich ausschließlich mit See- und Meereskarten befassen, völlig zu Unrecht in der Minderzahl. Diesem speziellen Kartentyp sollte mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Verdientermaßen wurde dieses Buch mit dem ITB Buch Award 2021, einem Buchpreis für Veröffentlichungen im Bereich Tourismus und Reise, in der Kategorie „Karten, Atlanten und Wissen“ prämiert.

„Karten sind immer auch ein wenig Science-Fiction, ein Ort, an dem sich Wirklichkeit und Fiktion ineinander verschlingen“ (S.133).

Regina Falkensteiner

Christoph Braumann

Eine Reise auf den Glockner

Das Abenteuer der Besteigung im Jahr 1802
Verlag Anton Pustet,
Salzburg, 2021, 192 Seiten,
€ 25,00.
ISBN 978-3-702-51010-7



Heutzutage benötigt der Reisende ca. 5 Stunden von Wien bis nach Heiligenblut, das am Fuße von Österreichs höchstem Berg, dem Großglockner, liegt. In 36

Keuren überwindet man anschließend den majestätisch aufragenden Berg. Auf der 48 km langen Straße, die in nur 5 Jahren in den 1930er Jahren errichtet worden ist, gelangt man von Heiligenblut in Kärnten nach Ferleiten in Salzburg. Was heute selbstverständlich ist, war 1802 ein unüberwindliches Hindernis, oder?

Mit diesem prachtvoll ausgestatteten Buch bewegen wir uns zurück in das Jahr 1802. Die Napoleonischen Kriege haben einen kurzen Augenblick Pause und so macht sich ein kleines Grüppchen von nur sieben Personen, darunter Arzt und Wissenschaftler Joseph August Schultes (1773-1831) und die ungarischen Brüder, die Grafen Apponyi, von Wien aus auf, den (Groß)Glockner zu besteigen. Die Reise startet am 10. August 1802 in Wien und endet am 24. September daselbst. Dazwischen liegen Wochen der Strapazen, des Staunens und der wissenschaftlichen Experimente.

Dr. Christoph Braumann hat die vier Bücher, die Joseph August Schultes bereits 1804 veröffentlicht hat, behutsam redigiert und für uns lesbar gemacht. Wer sie im Original lesen möchte, dem sei Google-books empfohlen, denn dort sind sie als Digitalisat kostenfrei erhältlich. Allerdings bringt man sich um den Genuss, die zahlreichen, teils farbigen Bilder, die hier in diesem Buch abgebildet sind, anzusehen. Viele der Bilder sind erst Jahre später entstanden und spiegeln eine romantisierte Welt wieder.

Wie es sich für Gelehrte dieser Zeit gehört, wird kartografiert und dokumentiert. Abbildungen dieser Dokumente sind hier liebevoll in den Text integriert. So erhält der Leser Einblick in die Originallithografien und Zeichnungen. Teilweise handkoloriert vermitteln sie einen prächtigen Eindruck, den die Reisegruppe erleben konnte: zuerst in Kärnten die Klagenfurter Residenz, das Schloss Wernberg bei Villach, die Drau-Stadt Villach, das Mölltal mit der ehemaligen Bergwerksstadt Obervellach und dann anschließend das Salzburgerische wie der Gasteiner Wasserfall, Lend und die Burg Hohenwerfen.

Diese Reise gilt als erste touristische Reise ins alpine Gelände. Die Erstbesteigung des Glocknermassivs erfolgte bereit 1800.

Fazit: Dieses aufwendig produzierte Buch aus dem Anton-Pustet-Verlag beleuchtet die Anfänge des alpinen Tourismus.

Gertrude Gold

Neuerscheinungen

Wolfgang Kühn (Hrsg.)

Grenzenlos?

Literaturedition

Niederösterreich,

Sankt Pölten, 2020,

248 Seiten, € 24,00.

ISBN 978-3-902717-54-2

Im Jahr 2020 wurde die Europäische Union auf eine harte Probe gestellt. Aus Angst vor der Ausbreitung eines unberechenbaren Virus gingen zum Schutz des eigenen Landes die Grenzbalken runter, der März 2020 wird als jener Monat in die Geschichte eingehen, in dem Europa seine Landesgrenzen vollständig zurückbekommen hat, in dem die erträumte Einheit zumindest vorübergehend wie ein Kartenhaus in sich zusammengebrochen ist.

Die neueste Anthologie der Literaturedition Niederösterreich erscheint passend zum 25-jährigen Jubiläum des österreichischen EU-Beitritts und bietet ein buntes Spektrum an essayistischen und literarischen Beiträgen zum Thema Grenzen: politische Grenzen, Grenzen in unseren Köpfen, Grenzen, die eigentlich schon überwunden geglaubt waren.

Sieben Autorinnen und sieben Autoren haben sich der Thematik aus unterschiedlichen Perspektiven genähert, die Texte sind sowohl vor als auch während der Pandemie COVID-19 entstanden, was der Anthologie zusätzliche Aktualität verleiht.

Mit Beiträgen von: Xaver Bayer, Zdenka Becker, David Bröderbauer, Milena Michiko Flasar, Harald Friedl, Sandra Gugić, Barbara Neuwirth, Ana Marwan, Verena Mermer, Thomas Sautner, Julian Schutting, Michael Stavarič, Peter Steiner, Ilse Tielsch

Mit Bildern von Matthias Mollner



Cyril Hofstein

Atlas der maritimen

Geschichten und

Legenden

Verlag Dumont, Köln, 2021,

136 Seiten, ca. € 25,00.

ISBN 978-3-8321-6901-5

„Es gibt drei Arten von Menschen: die Lebenden, die Toten und diejenigen, die zur See fahren.“ (Aristoteles)

Das Meer ist Schauplatz großer Entdeckungen und Abenteuer, unerlässlicher Transportweg für Reisende und Handel, ein Ort, an dem Menschen Neues gewagt haben und über sich hinausgewachsen sind. Dieser Band erzählt von wahren Begebenheiten, die sich auf den Weltmeeren ereignet haben, ebenso wie von Legenden und Sagen, die Seeleute bis heute auf ihren Überfahrten begleiten.

Die Geschichten reichen vom Atlantischen bis zum Pazifischen Ozean, von der Ostsee bis zur Karibik und von der Antike bis zur Gegenwart. Sie wurden über Jahrhunderte von Hafen zu Hafen weitergetragen und handeln von mutigen Seglern, modernen Piraten, Meerjungfrauen und Pharaonen. Einige bekanntere unter ihnen wie etwa die Sage vom Fliegenden Holländer gehören längst zum maritimen Kulturerbe, während andere über die Zeit in Vergessenheit geraten sind, adaptiert oder sogar verzerrt wurden, und nur darauf warten, wie ein verlorener Schatz aus den Tiefen geborgen und neu entdeckt zu werden.

Mit farbig illustrierten Landkarten, die von der Ostseeküste hin zu den karibischen Inseln führen.



Veranstungskalender

DACH 2021 – Dreiländertagung der IKV

09.09. – 11.09.2021 Mondsee, Österreich
https://www.arching.at/aktuelles/dach_2021.html

INTERGEO

21.09. – 23.09.2021 Hannover, Deutschland
<https://www.intergeo.de/>

GIScience

27.09. – 30.09.2021 Poznań, Poland
<http://www.giscience.org/>

Vermessung aktuell: Wer wird denn gleich in die Luft gehen

28.09. – 28.09.2021 Innsbruck, Österreich
https://www.uibk.ac.at/geometrie-vermessung/veranstaltungen/geodasie/vermessung_aktuell/aktuelles_programm.html

SilviLaser

28.09. – 30.09.2021 Wien, Österreich
<https://silvilaser2021.at/>

World Congress on Geology & Earth Science

04.10. – 06.10.2021 Osaka, Japan
<https://geology-earthscience.com/>

Geospatial World Forum

20.10. – 22.10.2021 Amsterdam, Niederlande
<https://geospatialworldforum.org/>

INSPIRE Conference

25.10. – 29.10.2021 ONLINE
<https://inspire.ec.europa.eu/conference2021>

International Conference on Computer Vision (ICCV)

11.11. – 17.11.2021 ONLINE
<http://iccv2021.thecvf.com/home>

International Navigation Conference (INC)

15.11. – 18.11.2021 ONLINE
<https://rin.org.uk/mpage/Navigation2021>

The European Navigation Conference (ENC)

15.11. – 18.11.2021 ONLINE
<https://rin.org.uk/mpage/Navigation2021>

GEO Business

24.11. – 25.11.2021 London, Großbritannien
<https://www.geobusinessshow.com/>

AHORN 2021

01.12. – 02.12.2021 Schladming, Österreich
<http://www.ovn.at>

International Cartographic Conference (ICC)

14.12. – 18.12.2021 Florenz, Italien
<https://www.icc2021.net/>

Oldenburger 3D-Tage

02.02. – 03.02.2022 Oldenburg, Deutschland
<https://www.jade-hs.de/unsere-hochschule/wir-stellen-uns-vor/veranstaltungen/oldenburger-3d-tage/>

GEO Week - International LiDAR Mapping Forum (ILMF)

06.02. – 08.02.2022 Denver, CO, USA
<https://www.geo-week.com/ilmf/>

International Conference and Exhibition on Geospatial & Remote Sensing (IGRSM)

08.03. – 09.03.2022 Malaysien
<https://www.igrsm.org/igrsm2022>

Land and Poverty Conference

21.03. – 25.03.2022 Washington, D.C., USA
<https://gltm.net/event/land-and-poverty-conference-2020-institutions-for-equity-and-resilience/>

International Conference on Cartography & GIS

20.06. – 25.06.2022 Nessebar, Bulgarien
<https://iccgis2020.cartography-gis.com/>

Schematic Mapping Workshop

21.04. – 22.04.2022 Würzburg, Deutschland
<http://www1.pub.informatik.uni-wuerzburg.de/pub/schematicmapping2021/>

Innsbruck Summer School of Alpine Research

18.09. – 24.09.2022 Obergurgl, Österreich
<https://www.uibk.ac.at/geographie/summerschool/2022/>

Österreichischer Geodätentag

26.04. – 29.04.2022 Steyr, Österreich
<http://www.geodaetentag.at>

EuroCarto

19.09. – 21.09.2022 Wien, Österreich
<https://eurocarto2022.org/>

FIG Kongress

15.05. – 20.05.2022 Kapstadt, Südafrika
<https://www.fig.net/fig2022/>

Trimble Dimension

07.11. – 09.11.2022 Las Vegas, USA
<https://dimensions.trimble.com/>

International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Congress

06.06. – 10.06.2022 Nizza, Frankreich
<http://www.isprs2020-nice.com/>

Mobile Laser Scanning Technology Workshop (MoLaS)

23.11. – 24.11.2022 Freiburg, Deutschland
<https://www.molas.fraunhofer.de/>

**Besuchen Sie die OVG Facebook Seite!**

- ➔ Ankündigung von Veranstaltungen
- ➔ Aktuelle Berichte
- ➔ Treffpunkt der Community (aktuell ~100 Abonnenten)
- ➔ Funktioniert auch ohne Facebook Account!

➔ www.facebook.com/OVGAustria ➔



:: Be part of it! ::



Geodätisches Kolloquium – Wintersemester 2021/22

- Mittwoch,**
13. Oktober 2021 „TLS bei der Wiener Netze GmbH“
Dipl.-Ing. Christian KLUG, NTZ-GV - Geoinformation und Vermessung, Wien
- Mittwoch,**
10. November 2021 “Der Geodät 4.0 – gibt es einen Download zum Upgrade?“
Prof. Dr.-Ing. Rudolf STAIGER
Hochschule Bochum
- Mittwoch,**
15. Dezember 2021 "Automatisierte Bauwerksüberwachung mit drahtlosen
Sensorsystemen - techn. Spezifikationen und Praxisbeispiele"
Ronald FUCHSBAUER, Goecke Austria GmbH, Händler Senceive Produkte,
Thallern
DI Marcus RENNEN, Senceive Ltd, London
DI Benjamin KADEN, Verbund Hydro Power GmbH, Wien
- Mittwoch,**
19. Jänner 2022 „Die Vermessung der Welt mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz –
Besser als der Mensch?“
Prof. Dr. habil. Alexander REITERER, Fraunhofer Institut für Physikalische
Messtechnik IPM, und Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Eine Inhaltsangabe der Vorträge finden sie im Internet:

<https://www.uibk.ac.at/geometrie-vermessung/veranstaltungen/geodaesie/vortraege.html>

Alle Veranstaltungen finden im HSB6 der Universität Innsbruck, Technikerstraße 13,
Innsbruck statt.

Beginnzeit der Vorträge: 18 Uhr 15

Um Ihnen in Zukunft Mitteilungen über die Veranstaltungsreihe rascher und aktueller
zukommen lassen zu können, bitten wir sie um Bekanntgabe Ihrer E-Mail Adresse:

E-Mail an ... geometrie-vermessung@uibk.ac.at



2021 **DACH**

9.–11. September 2021
in Mondsee

Dreiländertagung

*der freiberuflichen
VermessungsingenieurInnen
aus Deutschland, Österreich
und der Schweiz*

**Digitalisierung und
Künstliche Intelligenz
im Vermessungswesen**

Programm sowie weitere Informationen unter www.arching.at/dach_2021