



RIEGL VZ-600i

RIEGL'S NEUE GENERATION
TERRESTRISCHER LASERSCANNER



RIEGL VZ-600i Datenblatt
www.riegl.com



außergewöhnliche Vielseitigkeit | hohe Produktivität | überlegene Leistung | auch für mobile Einsätze vorbereitet

RIEGL VZ 600i – Terrestrisches Laserscanning im Minutentakt

N. Studnicka

Anwendung von 3D Laserscanning im Himalaya – Erste Auswertungen

P. Bauer, H. Woschitz

150 Jahre Franz-Josef-Land 1873-2023 – Die Österreichisch- Ungarische Nordpolexpedition 1872-1874 und die Militär- topographie in Eis und Hochgebirge

M. Hiermanseder

GNSS-Vermessung in Jahren eines Sonnenflecken- maximums – eine Kurzeinführung

L. Wanninger





kataster.bev.gv.at

Schnell

Einfach

Kostenlos

Tagesaktuell



 Bundesamt
für Eich- und
Vermessungswesen

Kostenlos, schnell und userfreundlich:
Das Katasterservice bringt Zugang zu den tagesaktuellen
Informationen zu 10 Millionen österreichischen Grundstücken.
Für die Innovationskraft wurde das Service mit dem
Verwaltungspreis 2023 ausgezeichnet. [bev.gv.at](https://kataster.bev.gv.at)





Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation

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

111. Jahrgang 2023

Heft: 3/2023

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>

N. Studnicka:

RIEGL VZ 600i – Terrestrisches Laserscanning im Minutentakt 107

P. Bauer, H. Woschitz:

**Anwendung von 3D Laserscanning im Himalaya –
Erste Auswertungen** 119

M. Hiermanseder:

**150 Jahre Franz-Josef-Land 1873-2023 –
Die Österreichisch-Ungarische Nordpolexpedition 1872-1874
und die Militärtopographie in Eis und Hochgebirge** 128

L. Wanninger:

**GNSS-Vermessung in Jahren eines Sonnenfleckensmaximums –
eine Kurzeinführung** 139

Dissertationen, Diplom- und Magisterarbeiten 142

Recht und Gesetz 153

Internationales 158

Mitteilungen 160

Tagungsberichte 165

Grenzstein 173

Aus dem Vereinsleben 175

Buchbesprechungen 180

Veranstaltungskalender 182



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

111. Jahrgang 2023 / 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. Franz Blauensteiner, Tel. +43 1 21110-822216, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien.

Sekretariat der Gesellschaft: Dipl.-Ing. Dr. Lothar Eysn, Tel. +43 1 21110-822711, 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>



RIEGL VZ600i – Terrestrisches Laserscanning im Minutentakt

RIEGL VZ600i – Minute-by-Minute Terrestrial Laser Scanning

Nikolaus Studnicka, Horn

Kurzfassung

Verglichen mit anderen geodätischen Instrumenten sind Laserscanner erst seit relativ kurzer Zeit am Markt verfügbar. Und doch sind sie aus dem beruflichen Alltag vieler Vermessungsbüros kaum mehr wegzudenken. Ein erfahrener Vermessungsexperte einer großen österreichischen Baufirma meinte dazu vor kurzem: „*Der heutige Vermesser muss im täglichen Arbeitsalltag vier Messinstrumente beherrschen: eine Totalstation, einen GNSS-Empfänger, einen (terrestrischen) Laserscanner (TLS) und eine Fotodrohne.*“ Wie unterscheidet sich nun ein Laserscanner der ersten Generation (ab ca. 1998) von jener der vierten Generation (2022)? Zum einen haben sich die technischen Rahmenbedingungen geändert (von 11 kHz maximaler Messrate auf 2,2 MHz), Großprojekte werden in der Zwischenzeit anders geplant – Stichwort BIM (Building Information Modeling) – und das Laserscanning hat sich am Vermessungsmarkt breit durchgesetzt. Speziell im Bereich der Gebäudevermessung resultieren daraus von Anwenderseite her neue Anforderungen, denen ein Scanner der aktuellen Generation gerecht werden muss. Wie dem in der Praxis entsprochen werden kann, soll in diesem Bericht erläutert werden.

Schlüsselwörter: Terrestrischer Laserscanner, TLS, 3D Vermessung, BIM, AEC

Abstract

Compared to other geodetic instruments, laser scanners have only been available on the market for a relatively short time. And yet they are an indispensable part of the everyday work of many surveying offices. An experienced surveyor from a large Austrian construction company recently commented, “*Today’s surveyor needs to use four measuring instruments in his daily work: a total station, a GNSS receiver, a (terrestrial) laser scanner (TLS) and a photo drone.*” So how does a first-generation laser scanner (from around 1998) differ from those of the fourth generation (2022)? On the one hand, the technical framework conditions have changed (from 11 kHz maximum measurement rate to 2.2 MHz), major projects are planned differently in the meantime – keyword BIM (Building Information Modeling) – and laser scanning has gained acceptance in the surveying market. Especially in the field of building surveying, new user requirements have arisen that a scanner of the current generation must meet. This report will explain how these requirements can be met in practice.

Keywords: Terrestrial laser scanning, TLS, 3D surveying, BIM, AEC

1. Entwicklung der ersten terrestrischen Laserscanner

Als Mitarbeiter der RIEGL Laser Measurement Systems GmbH in Horn/Niederösterreich war der Autor bereits seit dem Jahr 1995 in die Entwicklung, den Einsatz und den Verkauf der ersten am Markt verfügbaren Laserscanner involviert. Bei den ersten Instrumenten stand die technische Machbarkeit im Vordergrund: Welcher Ablenkmechanismus ist effizient und zuverlässig? Wie viele Entfernungsmessungen können pro Sekunde mit den verfügbaren Laserquellen erreicht werden? Solche und ähnliche Fragen stellten sich damals dem Entwicklungsteam. Auch wenn bei der heutigen Entwicklung eines Laserscanners die bestmöglichen Geräteeigenschaften (und damit die Fähigkeiten der an der Entwicklung beteiligten Ingenieure) weiter im Vordergrund stehen, so darf das Wichtigste nicht aus dem Auge verloren

werden, nämlich der Anwender. Dieser erwartet heutzutage eine hohe Effizienz der Datenaufnahme bis hin zur Prozessierung, leichte und robuste Messgeräte, eine einfache Bedienbarkeit, einen hohen Automationsgrad – alles wichtige Eigenschaften für den täglichen Einsatz. Für ihn steht nicht das Messgerät im Vordergrund, sondern die Lösung einer Aufgabe: die zuverlässige und präzise, großflächige Vermessung von Objekten.

Um den technischen Fortschritt zu dokumentieren, werden im Folgenden auch verschiedene Musterprojekte vorgestellt, eines aus dem Jahr 2004, die anderen aus den Jahren 2022/2023.

1.1 Vermessung der Cheops-Pyramide, eines der ersten großen TLS-Projekte

Das Projekt „Scanning of the Pyramids“ wurde vom Österreichischen Archäologischen Institut Kairo und dem Wiener Institut für Archäologische

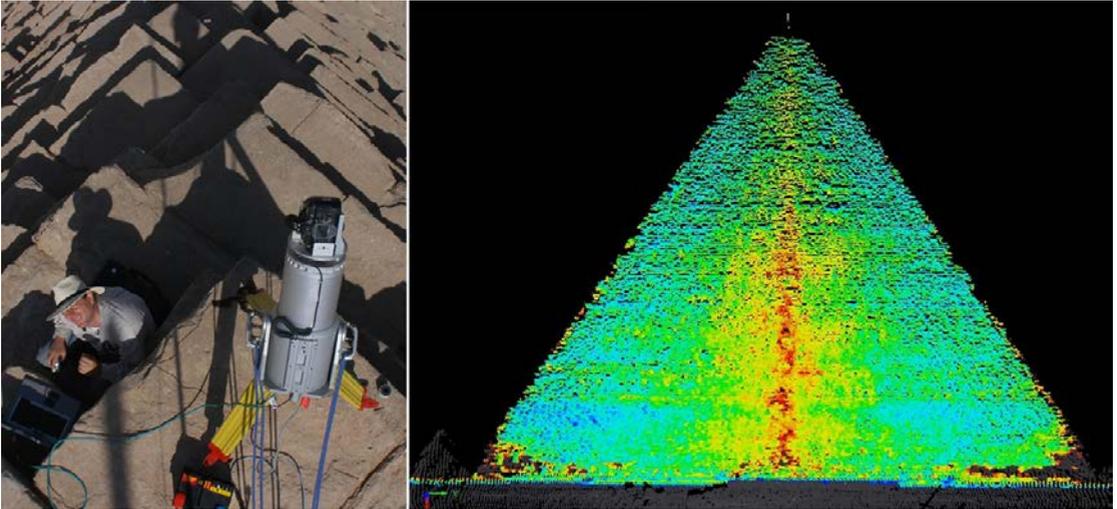


Abb. 1: links: RIEGL LMS-Z420 Laserscanner auf der Cheops-Pyramide, rechts die Scandaten aus dem Jahr 2004

Wissenschaften (VIAS) in Zusammenarbeit mit dem ägyptischen Obersten Rat für Altertümer ins Leben gerufen. Bereits im Jahr 2004 kam für die erste, mit einem Laserscanner durchgeführte Vermessung [1] der RIEGL LMSZ420 [2] Laserscanner mit einer aufgesetzten Nikon D100 Digitalkamera zum Einsatz. Eine Pulsrate von maximal 11.000 Entfernungsmessungen pro Sekunde, eine Scanrate von 20 Scans pro Sekunde, ein Messrauschen (oder Präzision) von 8 mm, eine Reichweite von 1000 Meter – das waren für die Anfänge der terrestrischen Scantechnologie Spitzenwerte. So konnte die Cheops-Pyramide selbst von acht Standpunkten aus und das gesamte Umfeld vom Plateau der Pyramidenspitze aus vermessen werden.

Es wäre heute undenkbar, einen Scanner mit einem Gewicht von 16 Kilogramm zu verwenden und auch noch einen Laptop und eine externe Stromquelle für die Bedienung desselbigen bereitstellen zu müssen. Insgesamt wurden an der Kante der Pyramide morgens einige zehn Kilogramm an Equipment hochgetragen, um nach einem Vermessungstag stolz die Aufnahme von vier hochauflösenden Scans vorweisen zu können. Trotzdem war dieser Tag bis heute der beeindruckendste Vermessungstag für den Autor.

Zur Entwicklung eines Laserscanners gehören Einsatztests, wenn möglich unter realen Bedingungen. Bereits zwei Mal (2005 und 2018) wurde der Stephansdom in Wien mit einem Laserscanner vermessen [3]. Die dabei geführten Diskussi-

onen und die andauernde Zusammenarbeit mit der Dombauhütte sind für beide Seiten wichtig und wertvoll.

1.2 Definition / Einteilung terrestrische Laserscanner

Ein terrestrischer Laserscanner ist ein präzises Messinstrument, das seine Umgebung mit einem Laser abtastet. Beim sogenannten Impulslaufzeit-Verfahren wird für einen 3D Datenpunkt die Laufzeit gemessen, die ein Laserimpuls benötigt, um vom Scanner zur Oberfläche eines Objekts und wieder zurück zu gelangen. Alternativ kann die Phasendifferenz ausgesendeter und reflektierter Lasersignale für die Entfernungsmessung verwendet werden. Das Impulslaufzeit-Verfahren hat gegenüber dem Phasenvergleichsverfahren vor allem Vorteile in der erzielbaren Reichweite. Der Laserstrahl wird dann meist mittels eines oder mehrerer Spiegel abgelenkt, um einen gewissen räumlichen Winkelbereich erfassen zu können. Die Summe der Messungen wird oft als Punktwolke bezeichnet und beschreibt die dreidimensionale Struktur der Umgebung.

Die Einteilung von Laserscannern ist vielfältig. Grob unterscheidet man statische von kinematischen Laserscannern. Der Vorteil der ersteren liegt durch ihre stabile Montage z.B. auf einem Dreibeinstativ auf der Hand: alle Messungen einer Scanposition sind relativ zueinander hoch präzise. Durch den Aufbau mit zwei unabhängigen (horizontalen und vertikalen) Ablenkeinheiten ist ein terrestrischer Laserscanner jedoch aufwändi-

ger herzustellen. Die Vorteile eines, während des Scannens bewegten Laserscanners liegen in der erhöhten Aufnahme­geschwindigkeit und im einfacheren Aufbau, da für die meist verwendeten Profils­cans nur eine Ablenkeinheit notwendig ist.

Laserscanner müssen häufig in Bereichen betrieben werden, wo sich auch Personen aufhalten. Deshalb wäre es wünschenswert, dass die Geräte der Laserklasse 1, also augensicher, zugeordnet werden können und somit ohne jede Einschränkung betrieben werden können. Die Wellenlänge von 1550 Nanometer ist dahingehend besonders attraktiv, weshalb sie in vielen Laserscannern verwendet wird.

Das Ergebnis eines Laserscanprojektes sind Messdaten, die sich in der Regel aus vielen Scanpositionen, Einzelscans, kalibrierten Fotos und diversen Zusatzinformationen zusammensetzen. Was am Ende eines Arbeitstages zählt, ist eine Punktwolke, deren Genauigkeit den Anforderungen des Kunden entspricht und nachweisbar ist. Die Genauigkeit hängt von verschiedenen Faktoren ab: von der Genauigkeit der einzelnen Entfernung- und Winkelmessung, der Kalibrierung des Messinstrumentes bis hin zur Registriergenauigkeit, also der Genauigkeit der Zusammensetzung der Scanpositionen. Für Messreichweiten von wenigen Dezimetern bis zu Hunderten Metern ist eine Entfernungsmessgenauigkeit auf natürliche Zieloberflächen von wenigen Millimetern zu erzielen. Dieser Aufsatz soll sich hauptsächlich auf die Vermessung von Bauwerken beschränken. Heutzutage wird für die Vermessung, auch von großen Gebäuden und Baustellen, in der Regel eine Genauigkeit von höchstens 10 Millimeter Standardabweichung der Restklaffungen in Bezug auf eingemessene Festpunkte gefordert. Dies ist aktuell nur mit statischem 3D Laserscanning erreichbar.

2. Entwicklung des neuen RIEGL VZ600i Laserscanners

Im Jahr 2022 wurde anlässlich der Fachmesse Intergeo in Deutschland der terrestrische Laserscanner RIEGL VZ600i erstmals vorgestellt. Seine Entwicklung zu einem „State-of-the-Art“-Scanner soll im Folgenden ausgehend von den grundsätzlichen Überlegungen zu Beginn bis hin zu seinen resultierenden Leistungs- und Scandaten beschrieben werden.

Neben der Notwendigkeit der Gewichtsreduktion stand am Anfang seiner Entwicklung vor allem ein Wunsch der Anwender im Vordergrund:

eine möglichst große Steigerung der Effizienz des Messgerätes. Dafür sind eine schnelle und zuverlässige Messaufnahme und -auswertung Grundvoraussetzung.

2.1 Definition der Scangeschwindigkeit

Ein Laserscanner besteht grundsätzlich aus einem Entfernungsmesser und einer Ablenkeinheit für den Messstrahl. Die Parameter dieser beiden Systeme sind sorgfältig aufeinander abzustimmen. Im Laufe der letzten 20 Jahre hat RIEGL die Messgeschwindigkeit ihrer terrestrischen Laserscanner von 11 kHz auf 2,2 MHz Pulsrepetitionsrate (PRR), also um den Faktor 200, erhöht. Gleichzeitig konnte das Messrauschen – vor allem durch die digitale Abtastung der empfangenen Laserimpulse – je nach Oberflächenbeschaffenheit der Zieloberfläche auf 23 Millimeter gesenkt werden. Für eine homogene Auflösung der resultierenden Punktwolke ist es wichtig, dass der Laserstrahl hinreichend schnell abgelenkt wird. Mit einem 4-Facetten-Spiegelrad im RIEGL VZ600i Laserscanner ist es möglich geworden über 400 Linien pro Sekunde zu scannen. Eine so hohe Scanrate wäre mit einem einzelnen Ablenkspiegel, wie er bei sogenannten Überkopf-Laserscannern meist verwendet wird, nicht möglich.

Am Beginn der Entwicklung legte man sich auf eine PRR (Pulse Repetition Rate) von 2,2 MHz, auf eine Winkelauflösung für den Standardscan von 34 Milligrad (entspricht 6 mm Auflösung in 10 Meter Distanz) und auf ein 4-Facetten-Spiegelrad fest. Daraus ergeben sich folgende notwendige Scangeschwindigkeit und die resultierende Scanzeit pro Standardscan:

notwendige Scangeschwindigkeit =

$$= \frac{PRR \cdot \Delta\alpha \cdot 4}{360 \cdot 2} = \frac{2,2 \cdot 10^6 \cdot 34 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{360 \cdot 2} \cdot \frac{\text{Linien}}{\text{s}} = 416 \frac{\text{Linien}}{\text{s}}$$

Scanzeit/Scan =

$$= \frac{360^\circ}{\Delta\alpha \cdot \text{Scangeschwindigkeit}} = \frac{360}{34 \cdot 10^{-3} \cdot 416} \text{ s} = 25,5 \text{ s}$$

Scanlücken, die oberhalb des Scanners (wie die unterhalb des Dreibeinstativs) aufgrund der Tatsache entstehen, dass bei Verwendung eines Spiegelrades nicht vertikal nach oben gemessen werden kann, können durch mehrere Aufstellpositionen des Scanners lückenlos geschlossen werden (wie in Abbildung 2 erkennbar).

Mess- und Scanrate gemeinsam sind die wesentlichen Kennwerte für die Geschwindigkeit eines Laserscanners. Für den Anwender ist es wichtig, dass man mit einer möglichst hohen

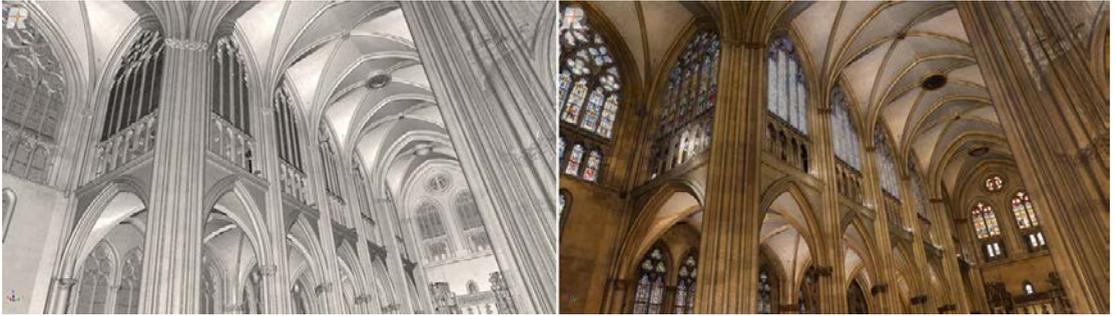


Abb. 2: links: Punktwolke nach Reflexionsgrad grau schattiert, rechts: eingefärbte Punktwolke

Laserscanner Modell	RIEGL VZ600i (2022)
Scangeschwindigkeit	60 Scanpositionen pro Stunde (2,2 MHz PRR, 400 Scans/Sek.) 30 Mio. Punkte/Scan 6 mm Punktauflösung in 10 m Distanz/Scan Scanmuster: „Panorama_6mm“ Fotoaufnahme inklusive Umstellen des Dreibeinstativs inklusive
3D Genauigkeit	3 mm @ 50 m, 5 mm @ 100 m
horizontaler Scanbereich vertikaler Scanbereich	360° 105° (–40° bis +65°)
Reichweite (2,2 MHz PRR)	0,5 – 220 m (90 % Reflexionsgrad) 0,5 – 100 m (20 % Reflexionsgrad)
Reichweite (140 kHz PRR)	1 – 1000 m (90 % Reflexionsgrad) 1 – 450 m (20 % Reflexionsgrad)
Gewicht	< 6 kg
Kameraoptionen	interne Kameras (mit KI unterstützter Gesichtserkennung), aufgesetzte Systemkamera (optional), aufgesetzte Panoramakamera (optional)
GNSS-Empfänger	intern (L1), optional aufgesetzter RIEGL RTK-GNSS Empfänger
Laserklasse	1 (augensicher)
Geräteschutzklasse	IP64, staub- und spritzwassergeschützt
Registrierung der Scanpositionen	während des Scanvorgangs in Echtzeit im Scanner und/oder mit RiSCAN PRO auf einem Laptop/PC

Tab. 1: Spezifikation eines RIEGL VZ600i Laserscanners [4]

Rate einen hochauflösenden Laserscan nach dem anderen aufnehmen kann. Beim VZ600i beträgt diese Rate etwa 1 Laserscan pro Minute, das Weiterstellen des Dreibeinstativs zur nächsten Scanposition bereits inkludiert. Jeder dieser präzisen Laserscans beinhaltet ca. 30 Millionen Einzelpunkte und weist eine Punktauflösung von 6 Millimeter in 10 Meter Distanz auf. Ein einfacher Tastenklick auf den Touch-Screen des Scanners startet die Aufnahme einer Scanposition. Das Bewegen des Scanners zum neuen Aufstellungsort bewirkt, dass das Gerät automatisch in die nächste Scanposition weiterschaltet.

Noch während des Scannens, also in der Drehbewegung des Scannerkopfes, können kalibrierte Fotos aufgenommen werden, entweder durch drei eingebaute 12 Megapixel Kameras, eine optional aufgesetzte Systemkamera (Modell Sony α 7R IV) oder eine optional aufgesetzte Panoramakamera (Modell RICOH Theta Z1). Die Fotos der Kameras ermöglichen das Einfärben der Punktwolke und das Generieren von Panoramafotos, die im Weiteren für die Generierung virtueller Rundgänge verwendet werden können. Die internen Kameras verfügen über eine spezielle Funktion: Eine durch KI (künstliche Intelligenz) unterstützte Ge-



Abb. 3: Der neue RIEGL VZ-600i Laserscanner im Einsatz

sichtserkennung und -verpixelung ermöglicht es, diese personenbezogenen Daten erst gar nicht zu speichern. Damit entspricht man Anforderungen diverser Datenschutzverordnungen.

2.2. Das automatische On-Board-Registrieren der Scanpositionen

Die extrem rasche Aufnahme einer einzelnen Scanposition war bereits vor über 20 Jahren beeindruckend. Das Zusammensetzen der Scanpositionen, das sogenannte Registrieren, hat anschließend jedoch viel Zeit bei der manuellen Nachverarbeitung in Anspruch genommen. Im Folgenden soll das moderne, extrem zeitsparende On-Board-Registrieren beschrieben werden.

Im Außenbereich werden standardmäßig etwa alle zehn Meter – im Inneren eines Gebäudes etwa alle fünf Meter – „Panorama_6mm“ Scans aufgenommen. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine zuverlässige und effiziente Vermessung auch von großen und weitläufigen Projekten in komplexen Umgebungen. Ein zusätzlich in RIEGL VZ600i Laserscanner verbauter Hochleistungsprozessor ermöglicht das automatische Registrieren der Scanpositionen, während schon wieder weitere Daten aufgenommen werden. Die Firmware des Scanners arbeitet ohne Einwirken des Benutzers einen mehrstufigen Registrierungsprozess automatisiert ab [5]. Der eingebaute GNSS-Empfänger (wahlweise mit Real Time Kinematik – RTK – Korrektur) oder die eingebaute IMU (Inertial

Measurement Unit) geben einen ersten groben Anhaltspunkt der „Pose“ (= Position & Orientierung) der letzten Scanposition in Bezug auf das Projektkoordinatensystem. Danach wird im zweiten Schritt ein reduzierter Datensatz der Scanpunktwolke (ein sogenannter Voxel-Datensatz) einer Fouriertransformation zugeführt. Hier macht sich der Algorithmus das Fourier-Rotationstheorem und den Fourier-Verschiebungssatz zu Nutze, damit man Position und Orientierung der letzten Scanner-Aufstellung in Bezug auf die bisher erfassten Daten zentimetergenau bestimmen kann. Im dritten und letzten Schritt erfolgt eine millimetergenaue Registrierung mittels eines abgeänderten ICP (Iterative Closest Point) Algorithmus. Dieser Workflow zeichnet sich durch eine nahezu 100%ige Erfolgsquote aus – sofern man genug Überlappungsbereiche zwischen den Scanpositionen sichergestellt hat. Sie funktioniert auch im Dunkeln, im Wald, bei bewegten Objekten oder in einer Tiefgarage bei immer wiederkehrenden Strukturen. Mittels der „Project Map“-App kann auf einem mobilen Gerät noch während der laufenden Datenaufnahme mitverfolgt werden, wie das Projekt Gestalt annimmt. Dort werden sowohl die registrierten Scanpositionen als auch eine ausgedünnte Punktwolke von oben dargestellt (siehe Abbildung 4 links).

Die Geschwindigkeiten des Scannens und die des Registrierens sind voneinander getrennt zu



Abb. 4: links: Project Map am mobilen Gerät während der Datenaufnahme, rechts: 60 Scanpositionen pro Stunde (eingefärbte Punktwolke nach der Prozessierung in der Bearbeitungssoftware RiSCAN PRO)

betrachten. Die neue Möglichkeit der On-Board Registrierung zieht jedoch neue Kundenbedürfnisse nach sich: Wenn die Registrierung der Scanpositionen automatisiert werden kann, so soll diese auch mindestens so schnell funktionieren wie man scannen kann – also ebenfalls im Minutentakt! Nur so kann der Fortschritt des Scanprojektes am mobilen Gerät verfolgt und kontrolliert werden. Bei Hunderten Scanpositionen pro Tag könnte man sonst leicht den Überblick verlieren. Sollte die Registrierung einmal abbrechen, kann an einer „Ankerposition“, also einer bereits registrierten Scanposition, jederzeit fortgesetzt werden.

Die Registrierung beschreibt die Ermittlung der sechs Freiheitsgrade der letzten Scanposition im Bezug auf die bereits zusammengesetzten Scan-Scans. Sie erfolgt zuverlässig bereits im Scanner. Die verbleibende Klaffung zwischen den Scans beträgt, abhängig von der Umgebung, nur wenige Millimeter bis Zentimeter über Hunderte Meter Projektgröße. Ein Blockausgleich über alle Scanpositionen findet in der anschließenden Datenauswertung auf einem Laptop/PC statt. Dieses sogenannte „Multi-Station Adjustment“ (MSA) kann dabei auch eingemessene Festpunkte mit höherer Gewichtung berücksichtigen. Ein ausführlicher (als PDF zur Verfügung gestellter) MSA Bericht beschreibt abschließend die erzielte Genauigkeit. Auch bei großen Gebäuden liegt die erreichbare Standardabweichung zu Festpunkten im Millimeterbereich. Der ebenfalls in RiSCAN PRO integrierte GeoSys-Manager ermöglicht die Verwendung von allen gängigen Koordinatensystemen – sofern dafür ein EPSG-Code (European Petroleum Survey Group Geodesy) existiert. So können zum Beispiel Festpunkte in diverse Koordinatensysteme importiert, oder die resultierende Punktwolke in das gewünschte Koordinatensystem exportiert werden.

Im Folgenden noch einige wichtige Aspekte, die das Arbeiten mit modernen *RIEGL* Laserscannern erleichtern und die Qualität und Interpretierbarkeit der gewonnenen Daten erhöhen:

- Jeder empfangene Laserimpuls wird digitalisiert und analysiert. Dies ermöglicht unter anderem die Ermittlung der sogenannten „Pulse Shape Deviation“. Sie beschreibt die Form des empfangenen Laserimpulses im Bezug auf die Form des gesendeten Laserimpulses. Dieser Parameter ermöglicht empfangene Impulse mit einer atypischen Form auszuscheiden. Bei eng zusammenliegenden Zielen (Gehsteigkanten,

Speichen von Fahrrädern, etc.) können so automatisiert Geisterpunkte eliminiert werden.

- Die Amplitude eines Laserimpulses ist von der Messreichweite abhängig. Je weiter das Ziel entfernt ist, desto geringer ist die Stärke des empfangenen Impulses. Bereits bei der Produktion des Laserscanners wird die sogenannte „Reflectance“ des rückgestreuten Impulses kalibriert, sie ist eine Eigenschaft der Zieloberfläche, ist entfernungsunabhängig und wird in Dezibel angegeben [6].
- Mehrere verfügbare PRR-Messprogramme können die Reichweite des Scanners erhöhen. So kann man mit dem *RIEGL* VZ600i Laserscanner und seinem 140 kHz-Messprogramm bis zu 1000 Meter entfernte Ziele vermessen.
- Auch wenn dadurch die großflächige Vermessung von Objekten verlangsamt wird, können jederzeit Detailscans mit höherer räumlicher Auflösung durchgeführt werden. Im Gegensatz dazu kann die Auflösung auch verringert werden. Für Panorama-Scans mit einer Punktauflösung von 5 cm in 10 Meter Distanz beträgt die Scanzeit beispielsweise nur 2 Sekunden.
- Kreisrunde Reflektorfolien können mit einem dafür entwickelten Reflektor-Messprogramm (mit angepasster Laserleistung) fein abgetastet und für das Ausmessen von Festpunkten verwendet werden.
- Optional können die Abtastwerte der einzelnen Laserimpulse aufgezeichnet und ausgegeben werden. Diese Funktion erlaubt die Analyse der einzelnen Entfernungsmessungen, benötigt jedoch viel Speicherplatz.
- Bei einer Impulsrate von 2,2 MHz beträgt der Eindeutigkeitsbereich der Entfernungsmessung etwa 68 Meter. Das bedeutet, dass zum Beispiel bei Messungen auf 200 Meter entfernte Ziele zu jedem Zeitpunkt drei Laserimpulse gleichzeitig zwischen Laserscanner und Ziel unterwegs sind. Die korrekte Zuordnung von Send- und Empfangsimpulsen wird als MTA (Multiple Time Around) Auflösung bezeichnet.

$$d_{\text{MTA}} = \frac{c}{2 \cdot f} = \frac{299792458 \text{ m/s}}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^6 / \text{s}} = 68,1 \text{ m}$$

- Ein Laserscanner, der nach dem Impulszeitverfahren arbeitet, kann pro ausgesendeten Laserimpuls mehrere Empfangsimpulse auswerten. Diese Eigenschaft nennt man Mehrziel-fähigkeit. Sie ist beim Scannen durch Vegetation oder Nebel von großer Bedeutung.

- Wegen des hohen Automatisationsgrades des RIEGL VZ600i bietet sich die Integration mit Robotern an. Dafür wurde eigens ein ROS (Robot Operating System) Treiber entwickelt.
- Mit einer frei verfügbaren „RIEGL VZ-i Series“ App für mobile Geräte kann der RIEGL VZ600i sowohl lokal via WLAN, als auch weltweit über das Internet fernbedient werden. Außerdem können die aufgenommenen Scandaten über WLAN auf Server im Internet hochgeladen werden.
- Mit einer eigens entwickelten optionalen App am RIEGL VZ600i Laserscanner, kann dieser auch im kinematischen Modus – zum Beispiel auf einem Lastenfahrrad – betrieben werden. Dafür ist keine zusätzliche IMU, aber ein hinreichend guter RTK-GNSS Empfang notwendig.

3. Datenauswertung

An einem 8-stündigen Messtag können knapp 500 bereits registrierte Scans aufgenommen werden. Pro Scanposition kann man mit etwas mehr als einem halben Gigabyte Speicherbedarf rechnen, insgesamt fallen also etwa 250 Gigabyte pro Tag an. Die Daten werden geräte-intern sowohl auf einer SSD (Solid-State-Drive) Festplatte, als auch kontinuierlich auf eine steckbare „CF-express“ Karte gespeichert. Das scheint ein beeindruckend großer Speicherbedarf zu sein, die Handhabung und Speicherung solch großer Datenmengen ist heutzutage jedoch bereits gut ausgereift. Innerhalb von 24 Stunden sollte es möglich sein, die Daten eines Tagesprojekts zu einer homogenisierten, gefilterten und eingefärbten Punktwolke zu prozessieren.

Direkt nach Abschluss der Vermessung im Feld, steckt man die „CF-express“ Speicherkarte

in einen Laptop oder PC, auf dem mithilfe des sogenannten „One Touch Processing Wizards“ der Software RiSCAN PRO die Daten prozessiert werden. Dabei werden verschiedene Arbeitsschritte automatisch abgearbeitet: Datenfilterung, Optimierung der externen Kamerakalibrierung, Einfärben der Scandaten, simultaner Blockausgleich aller Scanpositionen, Entfernung bewegter Objekte und das Homogenisieren der Scandaten zu einer Gesamtpunktwolke. Die resultierende Auflösung der Punktwolke eines großen Gebäudes beträgt typischerweise 5 Millimeter und die Anzahl der Messpunkte mehrere hundert Millionen. Pro Scanprojekt sind tausend Scanpositionen relativ problemlos zu verarbeiten – ein Laptop mit zeitgemäßer Graphikkarte und SSD vorausgesetzt. Das Exportformat ist üblicherweise das LAS-Format (für eine Gesamtpunktwolke) oder das E57-Format (mit Detailinformationen der einzelnen Scanpositionen).

4. Projektbeispiele

Im Folgenden werden Scanprojekte mit Zusatzinformationen gezeigt. Sie sollen die Leistungsfähigkeit des RIEGL VZ600i Laserscanners aufzeigen. Die Daten werden mit Rücksicht auf die diversen Auftraggeber anonymisiert. Alle gezeigten Projekte wurden von einem einzelnen Operator mit einem RIEGL VZ600i Laserscanner durchgeführt. Es wurde immer das gleiche Scanmuster pro Scan verwendet: Panorama_6mm (360° x 105° Gesichtsfeld; 0,034° Winkelauflösung).

4.1 Bahnstrecken-Vermessung

In Deutschland wird großflächig an einer Digitalisierung der Bahnhöfe und der Bahnstrecken inklusive des lichten Raumes rund um die Gleise – also der gesamten Bahn-Infrastruktur – gearbeitet



Abb. 5: Punktwolke einer Bahnstrecke; die bewegten Ziele wurden automatisch eliminiert

[7]. Bei dieser Anwendung ist es wichtig, dass die Vermessung rasch und witterungsunabhängig durchgeführt werden kann. Oft sind Bahnstrecken auf beiden Seiten von Vegetation umgeben. Auch in diesen Fällen muss die Registrierung einwandfrei funktionieren.

Ort	Deutschland
Datum	29. Nov. 2022 (Regen, 3°C)
Zeit	07:57 – 15:33 (7:36)
Scanpositionen	380

In einem Testeinsatz wurden in 7,5 Stunden 380 Scanpositionen auf eine Gleislänge von 2,6 Kilometern aufgenommen. An diesem Tag herrschten Temperaturen knapp über dem Gefrierpunkt und Nieselregen. Ein Reflektor wurde an Mastbolzen neben der Strecke immer wieder angesteckt und fein-gescannt. Insgesamt wurden 29 Festpunkte im DB_REF / 3GK zone 3 (EPSG-Code: 5683) Koordinatensystem für den MSA verwendet, die Abweichungen (in kurzen Residuen) betragen:

	dX [m]	dY [m]	dZ [m]
Standardabweichung	0.0075	0.0043	0.0078

4.2 Vermessung historischer Stadtzentren

In einem kleinen Projekt in York (UK) wurde die Vermessung eines Stadtzentrums demonstriert. In etwas mehr als 2 Stunden konnten 149 Scanpositionen aufgenommen werden. Die besondere Herausforderung lag in der hohen Anzahl von Fußgängern. Diese wurden automatisiert – anschließend aber auch manuell – aus dem Datensatz entfernt. Es wurden keine Festpunkte verwendet. Ein Sony α 7R IV Fotoapparat kam als aufgesetzte Systemkamera zum Einsatz.

Ort	Vereinigtes Königreich
Datum	15. März 2023
Zeit	14:22 – 16:33 (2:11)
Scanpositionen	149



Abb. 6: Punktwolke des Stadtzentrums von York (UK)



Abb. 7: Detailansicht links: grauschattierte Punktwolke (Reflectance), rechts: eingefärbte Punktwolke



Abb. 8: Punktwolke einer Tunnelröhre

4.3 Tunnelvermessung

Auch gänzlich ohne GNSS-Empfang funktioniert die automatische Registrierung von linearen Objekten, wie in einem U-Bahn-Tunnel. Für diesen Spezialfall wurde die Anzahl und Größe der Voxel für die automatische Registrierung angepasst. In einer Stunde wurden 42 Scans aufgenommen.

Ort	Frankreich
Datum	13. April 2023
Zeit	9:30 – 10:32 (1:02)
Scanpositionen	42

Die Abweichungen der 13 Festpunkte (in kurzen Residuen) betragen:

	dX [m]	dY [m]	dZ [m]
Standardabweichung	0.0036	0.0031	0.0050

4.4 Gebäudevermessung

Das Bauen im Bestand wird immer wichtiger. Dafür ist die rasche und lückenlose Vermessung – auch in engen Räumen – wichtig. Im folgenden Beispiel wurden 186 Scanpositionen in drei Stunden aufgenommen. Für die Einfärbung der Scans wurden die Bilddaten der internen Kameras verwendet. Festpunkte wurden vorsorglich eingescannt, aber

mangels Vermessung mit einer Totalstation (noch) nicht in der Blockausgleichung (MSA) berücksichtigt.

Ort	Schwechat / Österreich
Datum	19. Juli 2023
Zeit	10:18 – 13:24 (3:06)
Anzahl der Scanpositionen	186

Die rasche und exakte Vermessung mittels Laserscanner wird auch bei großen Objekten wie einer Kathedrale erfolgreich eingesetzt. In einer zweitägigen Messkampagne wurden in 501 Scanpositionen der Innenraum, die unmittelbare Umgebung und das Innere des Daches aufgenommen.

Ort	Regensburg / Deutschland
Datum	20.–21. März 2023
Zeit	Mo. 11:11 – 17:12 (6:01) Di. 08:15 – 18:01 (9:46)
Anzahl der Scanpositionen	501

Zwischen dem ersten und dem zweiten Messtag wurden die Daten mit dem One-Touch Processing Wizard prozessiert (Abbildung 10). Am Morgen des zweiten Messtages konnte man die resultierende Punktwolke überprüfen (siehe Abbildungen 11 und 12).

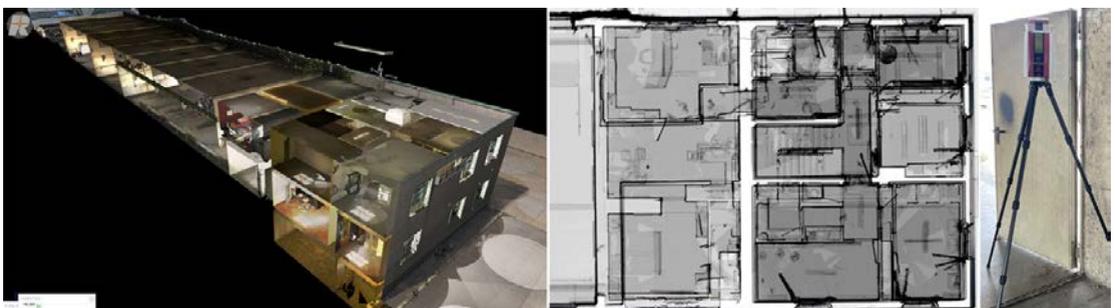


Abb. 9: links: Schrägansicht der eingefärbten Punktwolke, Mitte: orthogonale Ansicht der Punktwolke in der Röntgenansicht, rechts: Foto des RIEGL VZ-600i Laserscanners

One-Touch Processing Wizard

1 Task selection
Select the tasks to be performed

Save settings... Load settings... Restore def...

<input type="checkbox"/>	Task 1: Convert Scans Convert raw RXP scan data into to RDB 2 database file format			
<input checked="" type="checkbox"/>	Task 2: Filter Scans Keep one echo per laser shot. Delete points with a Reflectance below -20.00 dB Delete ...	245 total, 245 succeeded	100% Finished: 4m 55s	⚙️
<input type="checkbox"/>	Task 3: Calculate Point Normals Calculate a per point normal vector for lighting calculations in the 3D view			⚙️
<input checked="" type="checkbox"/>	Task 4: Register Scan Positions Register Scan Positions with Automatic Registration 2	241 total, 241 already registered	100% Finished: 17s	
<input checked="" type="checkbox"/>	Task 5: Fine Adjust Project Adjust Scan Positions with Multi Station Adjustment 2	Succeeded	100% Finished: 1h 42m	
<input checked="" type="checkbox"/>	Task 6: Calibrate Camera Mounting Calibrate Camera Mounting by using data from first 3 Scan Positions	Succeeded	100% Finished: 20m	
<input checked="" type="checkbox"/>	Task 7: Colorize Scans from Photos Colorize Scans from Photos	245 total, 245 succeeded	100% Finished: 1h 5m	
<input checked="" type="checkbox"/>	Task 8: Mark Single Source Points Mark points that are scanned from one Scan Position only with the "Single Source Point..."	Single Source Points marked in 245 Point Clouds	100% Finished: 1h 42m	⚙️
<input type="checkbox"/>	Task 9: Mark Dynamic Objects Mark points caused by dynamic objects with the "Dynamic Object Point" Point Flag			⚙️
<input checked="" type="checkbox"/>	Task 10: Generate Octree based Point Clouds Generate combined point clouds with the following resolutions: 0.010 m). "Single Sourc...	Succeeded	100% Finished: 48m	⚙️

Abb. 10: One-Touch Processing Wizard der Software RiSCAN PRO

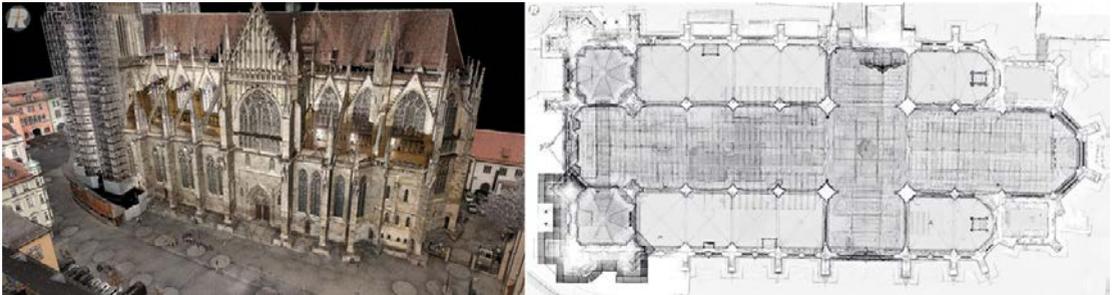


Abb. 11: links perspektivische Außenansicht, rechts orthogonale Röntgenansicht von oben

Abb. 12: Foto des RIEGL VZ-600i Laserscanners mit aufgesetzter Sony α 7R IV Systemkamera

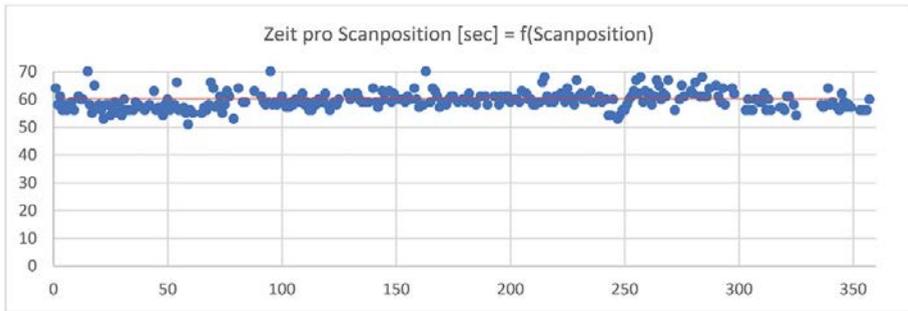


Abb. 13: Verweildauer an einer Scanposition, inkl. Umstellen des Dreibeinstativs



Abb. 14: links: Foto des RIEGL VZ-600i Laserscanners auf einer Baustelle, rechts: resultierende eingefärbte Punktwolke der Baustelle (5 mm Punktauflösung)

4.5 Baustellenvermessung

Der BIM-Prozess beginnt bei der Planung eines Bauwerkes und setzt sich anschließend auf der Baustelle fort. Insbesondere hier ist eine hohe Aufnahmegeschwindigkeit von exakten Messdaten und die gleichzeitige Registrierung der Scanpositionen wichtig. Im folgenden Beispiel wurden im laufendem Baustellenbetrieb an einem Tag 379 Scanpositionen aufgenommen. Die vermessene Fläche der Baustelle betrug ca. 150 m x 500 m (siehe Abbildung 14), insgesamt ist der Scanner mehr als 6 km bewegt worden. Die kurze Verweildauer des Laserscanners an einer Stelle von unter 60 Sekunden (siehe Abbildung 13) ist gerade für einen ungestörten Baustellenbetrieb essenziell.

Innerhalb von 24 Stunden wurde eine homogene und eingefärbte Punktwolke mit der durchschnittlichen Auflösung von 5 mm prozessiert. Dies ermöglichte der Baufirma in einem weiteren Prozessschritt einen Soll/Ist-Vergleich zwischen BIM Modell und den Messdaten. Gegenüber von eingemessenen Festpunkten konnte eine Standardabweichung der Restklaffungen von unter 10 mm gewährleistet werden. Für die Aufnahme der Farbinformation wurden die internen Kameras verwendet.

Datum	19. April 2023
Zeit	8:18 – 16:23 (mit Pausen)
Anzahl der Scanpositionen	379

5. Zusammenfassung

Zweifellos hat sich das Laserscanning in den letzten 20 Jahren dramatisch weiterentwickelt.

Die zunehmend rasante Entwicklung der BIM Technologie im Gebäude- und Baustellenbereich verlangt auch weiter nach immer umfangreicheren und genaueren Messdaten. Diese sollten möglichst unkompliziert und rasch erfasst und ausgewertet werden können.

Die Entwicklung des neuesten Modells der Firma RIEGL Laser Measurement Systems GmbH, des RIEGL VZ600i Laserscanners, wurde vor allem von der Fragestellung getrieben, welche besondere Vorteile dem Anwender geboten werden können. Diese sind – neben geringem Gewicht und hoher Präzision – vor allem die hohen Scan-, Registrier- und Auswertegeschwindigkeiten.

Damit eröffnen sich dem Vermesser neue Möglichkeiten seine Aufträge zeit- und kosteneffizient abzuwickeln.

Referenzen

- [1] Neubauer W. (2005): „Combined High Resolution Laser Scanning and Photogrammetrical Documentation of the Pyramids at Giza“, 2005, XXth International Symposium CIPA, Torino 2005.
- [2] RIEGL, LMS Z-420 Datenblatt (2010): http://www.riegl.com/uploads/tx_pxpriegl/downloads/10_DataSheet_Z420i_03-05-2010.pdf, letzter Zugriff 08/2023.
- [3] Zehetner F. (2020): „Vermessung des Wiener Stephansdoms mit einem Laserscanner“, Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation, Heft 2/2020.
- [4] RIEGL, RIEGL VZ600i Datenblatt (2023): http://www.riegl.com/uploads/tx_pxpriegl/downloads/RIEGL_VZ600i_Preliminary-Datasheet_2023-05-24.pdf, letzter Zugriff 08/2023.
- [5] Ullrich, A., Fürst, Ch. (2017): „Vollautomatischer Ansatz für die Onboard-Datenregistrierung im terrestrischen Laserscanning“ Beiträge zum 165. DVW-Seminar am 11. und 12. Dezember 2017 in Fulda.
- [6] Pfennigbauer M., Ullrich A. (2009): „The new RIEGL V-Line laser scanner's higher data quality using new measurement principles“, Conference on Optical 3D Measurement Techniques, July 2009.
- [7] „Digitale Schiene Deutschland“ (2023): <https://digitale-schiene-deutschland.de/de/digitale-schiene>, letzter Zugriff 08/2023.

Anschrift des Autors

Dipl.-Ing. Nikolaus Studnicka, RIEGL Laser Measurement Systems GmbH, Riedenburgstr. 48, 3580 Horn.

E-Mail: nstudnicka@riegl.com



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! ::



Anwendung von 3D Laserscanning im Himalaya – Erste Auswertungen

Application of 3D Laser scanning in the Himalaya – First Results

Peter Bauer und Helmut Woschitz, Graz

Kurzfassung

Im Rahmen des 2022 gestarteten, interdisziplinären, FWF-Projekts „Buddhist Architecture in Western Himalayas“ sollen bedeutende buddhistische Tempelstätten in einem abgelegenen Gebiet in Nepal (Upper Dolpo) für bauhistorische Analysen dokumentiert werden. Unsere Aufgabe ist es, die zum Teil über 4000 m Höhe liegenden Anlagen vor Ort geodätisch zu erfassen, was im Wesentlichen mit einem Laserscanner (Leica RTC360) erfolgte. Die erfassten Datensätze und davon abgeleiteten Modelle bilden eine wichtige Grundlage für die Architekturforschung mit der Untersuchung der Bauphasen, der historischen Entwicklung der Tempelanlagen und der Bewertung der strukturellen Integrität. In diesem Beitrag werden die Herausforderungen der geodätischen Felduntersuchungen, und die Weiterentwicklung von 3D-Datenverarbeitungsstrategien im Bereich des Kulturerbes diskutiert. Darüber hinaus werden 3D-Ansätze mit Virtual Reality zur Unterstützung der in der Bauforschung etablierten 2D-Analysenmethoden getestet. Ebenso wurden erste Versuche zur Automatisierung der Punktwolkenverarbeitung bei nepalesischen Tempelanlagen mit standardmäßig verfügbaren technischen Möglichkeiten durchgeführt.

Schlüsselwörter: Laserscanning, Reality Capturing, Virtual Heritage, Himalaya

Abstract

In 2022 the interdisciplinary research project “Buddhist Architecture in Western Himalayas” has been established, with the aim to investigate and document significant temple sites in Upper Dolpo, a remote area in Nepal. Modern 3D laser scanning technology (Leica RTC360) has been used mainly for the geodetic measurements in heights of about 4000 m above sea level. The acquired datasets and derived geometric models are a major base for the upcoming architectural research and the investigations of the construction phases, the historical development of the temple sites and for the assessment of their structural integrity. This paper discusses the challenges of the geodetic field surveys and elaborates further development of 3D data processing strategies in the cultural heritage sector. Furthermore, 3D approaches with Virtual Reality have been tested to support the well-established 2D analysis methods. Also, first attempts on the automatization of point cloud processing of point of Nepalese temples have been carried out with state-of-the-art methods.

Keywords: Laser scanning, Reality Capturing, Virtual Heritage, Himalaya

1. Einleitung

Verglichen mit anderen geodätischen Aufnahmeverfahren wird das terrestrische Laserscanning noch immer als relativ junge Messmethode betrachtet, wahrscheinlich wegen der vielen Innovationsschritte seit seiner Kommerzialisierung in den frühen 2000er Jahren. Durch die schnelle Erfassung großer Datenmengen ergeben sich vielseitige Anwendungsmöglichkeiten in der Dokumentation und der Visualisierung, aber auch im Deformationsmonitoring, weshalb sich diese Messmethode schnell etabliert hat. Mittlerweile gehört das terrestrische Laserscanning zum Standard-Repertoire im Vermessungsbereich, wie der Fachliteratur (z. B. Kuhlmann und Holst, 2017) entnommen werden kann, oder die vielen Beispiele aus der Praxis zeigen (z. B. DVW 2022 aus der DVW Seminarreihe „Terrestrisches Laserscanning“).

Für die Erstellung von Punktwolken werden dazu von Instrumentenherstellern solide und einfach zu bedienende Gesamtlösungen angeboten. Damit ist es nicht verwunderlich, dass sich dieses Messmittel auch weit über den Bereich der Geodäsie hinaus verbreitet hat, mit unterschiedlichsten Anwendungsbereichen und unterschiedlichsten Vorkenntnissen der Nutzer. Beispielsweise sind die schnell erfassten 3D Daten heutzutage aus der Immobilienbranche, Architektur oder Filmindustrie nicht mehr wegzudenken. Trotzdem ist die Verarbeitung von großen 3D Datenmengen noch immer eine gewisse Herausforderung, vor allem da die notwendige Hard- und Software mit entsprechenden Investitionen verbunden ist und für Low-Cost Lösungen und Eigenentwicklungen das notwendige Know-How oftmals fehlt. Weiters mangelt es oft an langfristigen Konzepten für die effiziente Wertschöpfung aus den erfassten 3D

Daten. Daher ist die generelle Rolle von hochauflösenden 3D Daten in vielen wissenschaftlichen Bereichen noch ein offener Diskussionspunkt.

Eine Branche, in der intensive Versuche unternommen werden den Mehrwert in den 3D Daten auszuschöpfen, ist die Bauwirtschaft. Durch einen hohen Grad an Automatisierung wird im BIM Prozess versucht den Übergang von unstrukturierten 2D Daten auf verknüpfte und semantische 3D Objektmodelle zu etablieren (siehe z. B. Sacks et al. 2018). Durch den Zugriff auf eine umfassende 3D Datenbank und allgemeine Abfragen von Attributen und Topologien soll der Bauprozess transparenter und die Interaktionen zwischen Disziplinen vereinfacht werden. Obwohl die praktische Realisierung dieser Systeme noch vieler Orts in den Kinderschuhen steckt, können dem Konzept einige zugrunde liegenden Aspekte und Methoden bereits entnommen werden, welche auch eine Verbesserung in anderen Disziplinen herbeiführen könnte.

In diesem Beitrag wird der Fokus auf die Bauaufnahme im Denkmalbereich gerichtet, da auch hier mit dem Begriff „Virtual Heritage“ das Bewusstsein für 3D Daten gewachsen ist (siehe z. B. Champion, 2021 oder EU-VIGIE2022).

Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes zwischen dem Institut für Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften (akk) und dem Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme (IGMS) der TU Graz wurden mehrere Tempelanlagen in Upper Dolpo, einer Region im äußersten Nordwesten Nepals, mit moderner Messtechnik vollständig in 3D aufgenommen.

Unsere Aufgabe am IGMS bestand unter anderem in der Planung und Durchführung der Vermessungsarbeiten vor Ort sowie in der Generierung der 3D Modelle, vorrangig mit Standardausrüstung. Dabei stellten sowohl die Abgeschiedenheit der Region (keine/schwache Internet-Verbindung und nur autarke Stromquellen) sowie die Dauer der Expedition von etwa 8 Wochen (2022) als auch die große Höhe im Projektgebiet (mittlere Arbeitshöhe ca. 4000 m) die Arbeitsabläufe und das Instrumentarium vor Herausforderungen. Neben der geometrischen Erfassung der Objekte wurden vor Ort vom akk Detailskizzen angefertigt, erste Abstraktionen durchgeführt und die für die Bauforschung notwendigen weiteren Informationen (z. B. Konstruktionsdetails, Baumaterial, Gebäudeformen) erfasst.

Bei der Prozessierung der hochauflösten 3D Daten und deren Weiterverarbeitung sollten bestehende Arbeitsabläufe für die projektinterne Verwendung von Punktwolken hinterfragt und bei Bedarf überarbeitet werden und damit im Projekt auch neue 3D Zugänge in der Bauforschung aufgezeigt bzw. etabliert werden.

Das Forschungsprojekt reiht sich in eine Reihe von Projekten zur „Buddhist Architecture in the Western Himalayas“ (archresearch, 2023) ein, welche in unterschiedlichen Konstellationen bereits seit 1998 an der TU Graz durchgeführt werden. Unter Federführung von Prof. Holger Neuwirth wurden zahlreiche Sakral- und Profanbauten in Nepal, Indien und Tibet inventarisiert und erforscht. Kulturgeschichtlich sollte in diesen Projekten geklärt werden, welchen Zeitperioden die Bauwerke zuzuordnen sind, welche Merkmale und Bautechniken gewissen Typologien entsprechen und wie sich die Bauwerke im Laufe der Zeit verändert haben. Dabei wurden im Wesentlichen 2D Grundrisspläne und Vertikalschnitte verwendet, die – in diesem schwer zugänglichen Gebiet – hauptsächlich auf einfach durchführbare Messungen (Maßband, einfache Laser-Entfernungsmesser) basieren. Die Methoden und Ergebnisse der vorangegangenen Projekte wurden in Neuwirth und Auer (2013, 2015, 2021) umfangreich dokumentiert.

2. Datenaufnahme in hochalpinem Gelände

In der Literatur werden für Bauaufnahmen je nach Anwendungsgebiet oft unterschiedliche Genauigkeitsstufen verwendet, die von einer „Genauigkeit besser ± 10 cm“ für die Stufe II bis zu „besser ± 2 cm“ für die Stufe IV reichen (siehe z. B. Wiedemann, 2004). Neuere nationale Werke, z. B. Bundesdenkmalamt (2018), empfehlen heute in der Regel digitale Vermessungsverfahren anzuwenden. Hier wird für historische Objekte auf eine Messgenauigkeit von 1 cm unter Bezugnahme auf die ÖNORM A 6250-2 verwiesen, wobei für Außenanlagen größere Messabweichungen (bis 10 cm) zulässig sind.

Diese zu erreichende „Messgenauigkeit“ von 1 cm wurde im Projekt als lokale 3D Messpräzision ausgelegt, unabhängig von Registrierung und Modellierung, welche im Nahbereich mit terrestrischem Laserscanning, auch unter Berücksichtigung von systematischen Messfehlern, als durchaus realistisch zu sehen ist. Die terrestrischen Laserscans wurden teilweise durch photogrammetrische Aufnahmen ergänzt und bei



Abb. 1: a) Außenbereich einer Tempelanlage auf 4500 m Seehöhe und b) Innenraum mit künstlicher Beleuchtung

größeren Anlagen durch präzisere Messungen mit einer Totalstation gestützt. Die Vorteile der Kombination von Laserscanning und Photogrammetrie in der Bauaufnahme wurden u. a. bereits in Bauer et al. (2022) anhand der Vermessung der Burgruine Neu-Wildon gezeigt.

Die Laserscans wurden mit einem Leica RTC360 (Leica, 2018, Biasion et al., 2019) durchgeführt, da er einen guten Kompromiss zwischen erreichbarer Genauigkeit im niedrigen Millimeterbereich, der räumlichen Auflösung (3 mm @ 10 m) und einer hohen Scan Rate (2 Mio. Punkte/sec) bietet. Der damit erreichbare Detaillierungsgrad der Aufnahme wurde vorab jedenfalls als ausreichend festgestellt. Weiters waren auch das relativ geringe Gewicht (5,4 kg RTC360, 15 kg mit Akkus und Zubehör im Transportkoffer) und die relativ kleine Größe (120 x 240 x 230 mm³ RTC360) wichtige Kriterien. Bei der Anreise musste der Transport aller Instrumente im Handgepäck von Flugzeugen möglich sein und das Instrumentarium auch für den mehrtägigen Transport mit Maultieren über steile Wege und über 5000 m hohe Bergpässe geeignet sein. Darüber hinaus erlaubt die weitgehend realisierte Automatisierung des Scanner-Systems ein effizientes Vorgehen im Feld.

Mit einer vorab Registrierung der Punktwolken konnten bereits vor Ort erste Analysen basierend auf geometrisch richtigen Grundrissen durchgeführt werden. Mit dem RTC360 konnten nicht nur die Bauelemente in den Innenräumen dokumentiert werden, sondern auch die Form und Lage der Bebauung im Außenbereich ausreichend erfasst werden (siehe Abbildung 1). Die Reichweite von 65 m bei der verwendeten räumlichen

Auflösung von 3 mm (siehe Leica 2018) war für die Erfassung des Hauptgebäudes (Seitenlängen von etwa 10 – 30 m), der umgebenden Objekte sowie des umliegenden Geländes (wenige 100 m Gesamtausdehnung) ausreichend. Mit etwa 50 Scan-Standpunkten pro Tag benötigte die Aufnahme einer mittelgroßen Anlage in etwa zwei Tage. Die detaillierte Erfassung von Wandmalereien und Schnitzereien im Innenbereich ist mit dem RTC360 aber nur bedingt möglich. Die übergeordnete Erfassung der Lage dieser Elemente im Objekt bringt aber den Vorteil, Detailfotos richtig zuzuordnen zu können und diese Aufnahmen auch über das Oberflächenmodell später entzerren zu können.

Trotz der rasanten Weiterentwicklungen im Bereich des „Reality Capturing“ (i.e. ein Sammelbegriff verschiedener 3D Messtechniken) ist für das Erreichen von hohen Genauigkeiten im niederen Millimeterbereich noch immer geodätisches Wissen erforderlich.

Die Einbindung unabhängiger Referenzkoordinaten bildet nach wie vor eine Grundvoraussetzung einer zuverlässigen Bauaufnahme, zumindest bei größeren Objekten. Hierfür wurden Zielmarken (Sektorzieltafeln mit 10 x 10 cm²) verwendet, die mit einer manuellen Totalstation (Leica TS11, gewählt wegen des relativ geringen Stromverbrauchs) in lokal angelegten, sehr einfachen, geodätischen Netzen koordinativ bestimmt wurden. Transport- und gewichtsbedingt standen nur zwei Reflektoren mit Mini-Spinnen zur Verfügung, die unter permanenter Kontrolle der Teilkreisverdrehung, in einem Halbsatz eingemessen wurden. Die Messkonfiguration wird exemplarisch

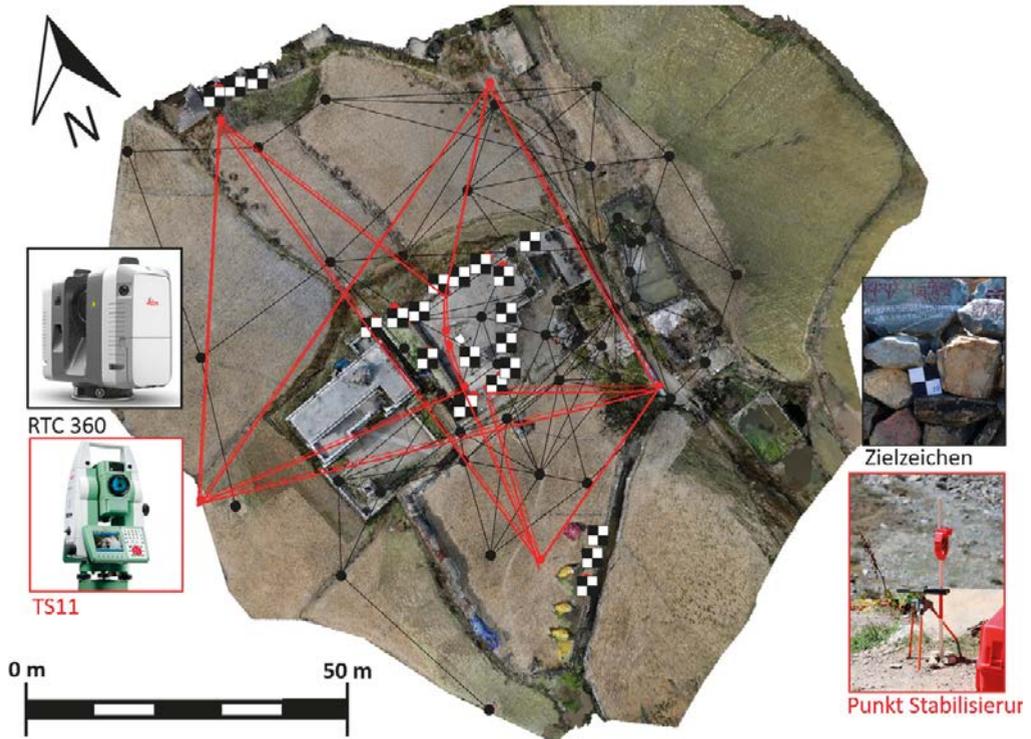


Abb. 2: Messkonfiguration mit dem RTC360 und der TS11 im Außenbereich des Nesar Tempels

für den Nesar Tempel in Abbildung 2 gezeigt. Die Scans wurden anschließend im Programm *Leica Register 360* in einer Kombination aus Cloud-to-Cloud Verbindungen und den Messungen zu den Zielzeichen registriert.

Eine Besonderheit stellte der Einsatz in großer Höhe dar. Der geringe Luftdruck in einer mittleren Projekthöhe von über 4000 m und die tagsüber während der Messung auftretenden Temperaturschwankungen von etwa 20°C können sich in Fehlern der Distanzmessungen von über 100 ppm auswirken. Werden atmosphärische Korrekturen bei kleinräumigen Projekten unter Standardbedingungen üblicherweise vernachlässigt, so ergeben sich hier aber bereits Abweichungen von mehr als 1 cm bei einer Ausdehnung des Objektes von 100 m; im Vergleich zu den Genauigkeitsspezifikationen des Herstellers ein doch beachtlicher Wert. Im Benutzerhandbuch des RTC360 (Leica 2018) findet sich kein Hinweis zu atmosphärischen Korrekturen, weshalb wohl davon ausgegangen werden kann, dass die notwendigen Streckenreduktionen bis jetzt noch nicht in der Standard Scanning Software berücksichtigt werden. Experimente zur

Verifikation wurden bereits durchgeführt, darüber wird aber an anderer Stelle berichtet werden.

Für die Texturierung der Punktwolken und späteren Modelle besitzt der RTC360 drei HDR Kameras zur on-board Erzeugung von 360° Panoramafotos (432 Mpx). Die Auflösung der Panoramen (1 Pixel entspricht ca. 1 mm² bei Entfernung bei 2 m) war ausreichend für die Texturierung in den Innenräumen bei überwiegend geringem Objekt-Abstand (siehe Abbildung 3a), um die Malereien in einen 3D Kontext zu setzen. Die eingebauten Kameras passen durch Mehrfachaufnahmen die Helligkeit des Bildes automatisch an die unterschiedlichen Beleuchtungen im Raum an. In Innenräumen mit schlechter Beleuchtung beobachteten wir eine Farbverschiebung der Panoramen ins bläuliche (vermutlich durch die internen Bild-Korrekturen der HDR Kameras in den sehr dunklen Abschnitten), weshalb wir für die Scans in Innenräumen ohne natürliche Lichtquelle eine Beleuchtungseinrichtung mit drei Streulichtlampen entwickelt haben, die für ein homogeneres Resultat sorgt (siehe Abbildung 1b).

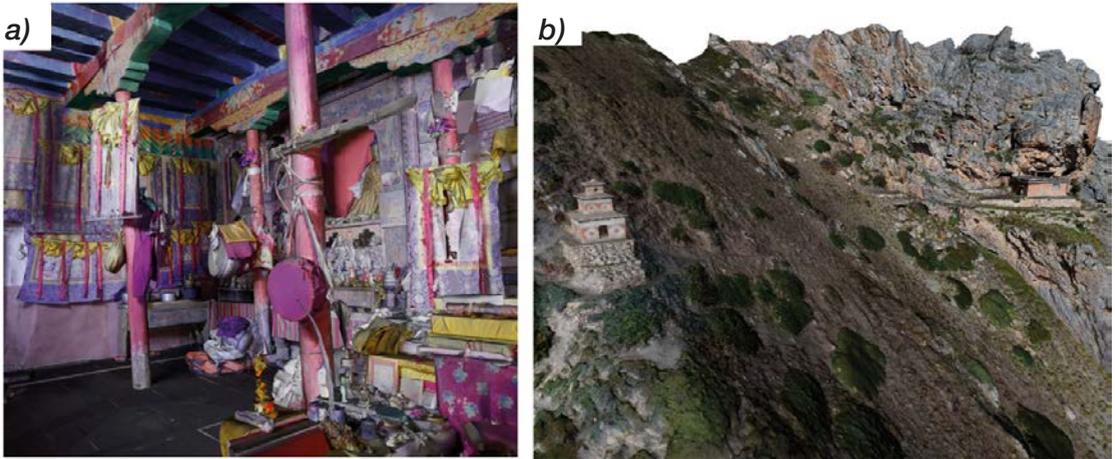


Abb. 3: a) 3D Modell eines Tempelraums im Innenbereich und b) Automatisch vermaschtes und texturiertes 3D Modell im Außenbereich

Für die Texturierung des Modells der Außenanlagen wurden die Laserscans mit hochauflösenden photogrammetrischen Bildern (Canon EOS760D Spiegelreflexkamera) ergänzt. Wo es möglich war, kam für die Ableitung von Objekt- und Geländeinformation in unwegsamen oder abgeschatteten Bereichen auch eine DJI Mini 2 Drohne zum Einsatz. Die Scans wurden im E57 Format und die Fotos als JPG im Programm *Reality Capturer* co-registriert und ein gemeinsames texturiertes Modell abgeleitet (Vermaschungen im Außenbereich, siehe Abbildung 3b).

3. Nachhaltige Datenspeicherung

Abhängig von der Größe des Objektes und der Prozessierung der Daten kann der benötigte Speicherbedarf von mehreren GB bis hin zu einigen TB betragen, und damit die weitere Bearbeitung oder Darstellung recht zeitintensiv sein. Die Grenzen in der Datenverarbeitung, welche uns jetzt noch vor Probleme stellen, werden aber durch die Entwicklungen im IT Sektor wohl schon in naher Zukunft aufgebrochen werden. Daher ist es bei der Bearbeitung keine triviale Entscheidung zu beurteilen, welche Daten (Rohdaten oder fertige Modelle) von zukünftigen Generationen überhaupt wiederverwendet werden können und den größten Nutzen für diese bieten.

Vor allem bei Projekten, die das kulturelle Erbe betreffen, ist die nachhaltige Archivierung von digitaler Bestandsdokumentationen ein schwieriges Thema, wie auch in der facheinschlägigen ÖNORM A 6250-2 angemerkt wird. Die langfris-

tige Interoperabilität und Reproduzierbarkeit der Daten muss hier eine Grundvoraussetzung sein und daher ist im Zweifel die analoge Archivierung in gedruckter Form noch immer praktisch relevant (ÖNORM A 6250-2). Da sich dieses Konzept auf 3D Daten aber nicht sinnvoll anwenden lässt, müssen bestmöglich Übergangslösungen gefunden werden bis die Ressourcen für eine einheitliche Archivierung von 3D Daten an zentraler Stelle zur Verfügung stehen. Champion und Rahman (2020) haben die Problematik der (Langzeit-)Speicherung von 3D Daten diskutiert, verfügbare Repositorien für 3D Daten kritisch beleuchtet und damit aufgezeigt, dass aus rein technischer Sicht bereits einiges mehr möglich wäre.

In diesem Projekt wird auf die Langzeit-Speicherung von Rohdaten bzw. Zwischenergebnissen in herstellerproprietären Formaten bewusst verzichtet, da für die meisten Programme eine Kompatibilität für die nächsten 50 Jahre (und mehr) sehr unwahrscheinlich scheint. Eine zu komplexe Datenstruktur erschwert darüber hinaus eine zukünftige Nutzung in Softwareprodukten von Drittanbietern.

In unserem Datenmodell bildet die registrierte Punktwolke in einem herstellerunabhängigen und offenen Format das zentrale Element. Dabei ist aber darauf zu achten, dass die Punktwolke getrennt nach ihren einzelnen Scanner-Standpunkten gespeichert wird. In dem weit verbreiteten E57 Format (Huber 2011) fallen für einen einzelnen Panorama Scan des RTC360, mit der höchsten Auflösung (3 mm @ 10 m), ca. 3,5 GB an Punkt-

wolkendaten an. Durch das Separieren der Standpunkte kann die Registrierung zu einem späteren und technologisch fortgeschrittenen Zeitpunkt angepasst werden, und die Möglichkeiten für die weitere Anwendung von Filtermethoden oder stochastischen Analysen wird erheblich erleichtert. Im E57 Format betrachten wir es allerdings als kritisch, dass die einzelnen Standpunktskoordinaten des Scanners nicht direkt mitgespeichert werden, was mögliche spätere Korrekturen, z. B. wegen unterschiedlicher Auftreffwinkel, erschwert und eine nachträgliche Rekonstruktion des Scanner-Zentrums benötigt. Dennoch erhält damit ein künftiger Nutzer einen Datenpool, der direkt verwendbar ist. Darüber hinaus beinhaltet er auch noch viele Möglichkeiten zur Neu- und Weiterverarbeitung, um für eine spätere Anwendung mit anderem Focus auch ein möglichst optimales Ergebnis erzielen zu können.

Um den Zugang zu den Daten für Forscher aus anderen Fachgruppen zu erleichtern, werden auch texturierte Dreiecks-Vermaschungen aus der bearbeiteten Punktwolke erzeugt und gespeichert. Modelle im textbasierten und offenen OBJ-Format werden beinahe von allen herkömmlichen Grafik-Programmen unterstützt und sind weit verbreitet. Ein hochaufgelöstes Modell (ca. 3 GB) und ein niedrig aufgelöstes Modell (ca. 300 MB) von jeder Anlage decken bereits ein breites Anwendungsspektrum ab, ohne eine weitere Punktwolkenprozessierung zu benötigen, z. B. Rendern für Präsentationen oder VR Rundgänge. Aufgrund des rasanten Fortschritts von Vermaschungs- und Texturierungsalgorithmen werden aber diese Daten, im Vergleich zu den E57 Punktwolken und JPG Bildern, wohl am schnellsten die technische Relevanz verlieren.

4. Aufbereitung der Punktwolken für die Datenanalyse

Die Datenaufnahme und Sicherheit der Datenarchivierung bilden die Eckpunkte des Lebenszyklus einer Punktwolke; ihr Hauptzweck ist aber der Informationsgewinn durch eine Datenanalyse, wünschenswerterweise aus mehreren Perspektiven. Die hierbei nötigen Bearbeitungs- und Abstrahierungsschritte sind stark von den individuellen Bedürfnissen der (Forschungs-) Disziplin und der Aufgabenstellung abhängig. Aus derselben Punktwolke können unterschiedliche Informationen abgeleitet werden, weshalb auch die Resultate je nach verwendeter Prozessierung variieren können.

Aus den primär generierten 3D Modellen können über das Anfertigen von z. B. horizontalen oder vertikalen Schnitten auch klassische 2D Pläne der Gebäude erstellt werden. Diese thematischen 2D Pläne bilden ein langerprobtes und anerkanntes Mittel in der vergleichenden Bauforschung. Beinahe alle herkömmlichen Instrumentenhersteller bieten für diesen Arbeitsschritt einfache Software-Tools an. Die Extrahierung von diesen Plänen aus den rohen 3D Punktwolken oder bereits verarbeiteten 3D Modellen entspricht damit in vielen Disziplinen der Hauptanwendung und dem aktuellen Stand der Technik (siehe z. B. Brusckke 2016).

Vor allem in komplexen 3D Situationen kann dies aber dennoch schwierig sein, da dabei in der Regel Generalisierungsschritte mit einer Vorinterpretation des Bearbeiters, entsprechend der Aufgabenstellung, durchlaufen werden. Die 2D Schnitte erleichtern es zwar den Überblick zu bewahren und damit die folgende visuelle Beurteilung, sorgen aber auch dafür, dass die Plangrundlage im Analyseprozess frühzeitig subjektiven Einflüssen unterliegt.

Neben dem 2D Plan ist die 3D Visualisierung in einer Virtual Reality (VR) Umgebung eine weitere Methode für die visuelle Analyse der Daten. Mit VR-Brillen können direkt die texturierten Modelle betreten und aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Damit erleichtert sich die Interpretation von 3D Sachverhalten, da die Visualisierung den beschränkten Möglichkeiten eines 2D Bildschirms überlegen ist. Auch die Betrachtung in VR ist nicht mehr an die individuelle geometrische Vorstellungskraft, aus einem 2D Plan gedanklich ein 3D Gebäude entstehen zu lassen, gebunden.

Jedoch beinhaltet das reine geometrische 3D Modell – im Gegensatz zum thematischen 2D Plan – neben der Punktnachbarschaft und einem RGB Wert keine Informationen der Objekte im Raum. Daher ist die VR Visualisierung des Modells alleine für eine typologische Analyse aufgrund des Datenmodells zum jetzigen Technologiestand ungeeignet. Als Ergänzung zu klassischen 2D Methoden hat sich VR aber als wertvolle 3D Darstellung durchgesetzt, siehe z. B. auch die virtuelle Rekonstruktion der Hansestadt Stade (Kersten und Walmsley 2020).

VR und andere immersive Technologien bieten aber langfristig den großen Vorteil gegenüber 2D Methoden, dass sie als Visualisierungsmethoden noch keine Grenzen in der Komplexität der Da-

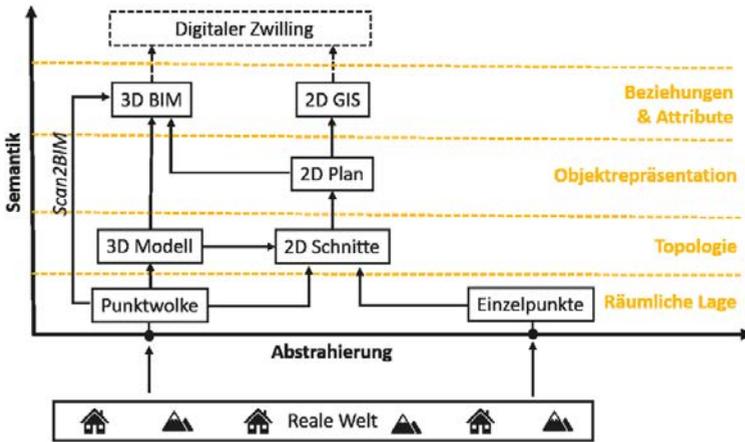


Abb. 4: Komplexitätsgrad in der Datenstruktur bei der Abbildung der realen Welt

tenstruktur aufweisen. Daher sind sie auch mit BIM Prozessen kompatibel und werden in Zukunft als wichtige Mensch-Computer Schnittstelle in komplexen 3D Informationssystemen eine noch größere Rolle spielen.

In Abbildung 4 wird ein Versuch unternommen, die Abbildung der realen Welt in verschiedenen Abstraktions- und Informationsstufen darzustellen. Dies soll verdeutlichen, dass eine komplexere Datenstruktur auch neue Analysemöglichkeiten mit sich bringt. Gut zu erkennen ist das an der Beziehung zwischen 2D Plan und 2D GIS, wo sich der disziplinenübergreifende Mehrwert durch die Attributierung und Herstellung von Objektbeziehungen bereits flächendeckend etabliert hat.

Für die Bauaufnahme, wo vermehrt 3D Daten verwendet werden, überschneiden sich damit die Zielsetzungen der „Virtual Heritage“ mit jenen der Bauwirtschaft. In der Literatur wird hierbei bereits die Analogie zu den BIM Prozessen mit der Einführung des Begriffs des Heritage BIM (H-BIM) in der Denkmalpflege diskutiert. Entscheidend für diesen Prozess ist aber eine Balance zwischen Automatisierung und Expertenwissen. Dadurch, dass die manuelle Digitalisierungsarbeit auf ein Minimum reduziert werden kann, werden Kapazitäten frei um das Fachwissen an überge-

ordneter Stelle wieder einzubinden. Ein gutes Beispiel für einen Scan2BIM Ansatz im Denkmalsektor für H-BIM wurde von Croce et al. (2023) bereits für eine Klosteranlage in Pisa gezeigt.

Im Rahmen dieses Projekts haben wir damit begonnen ähnliche Ansätze an den gewonnenen 3D Punktwolken zu testen, um beurteilen zu können, was mit Standardsoftware bereits alles möglich ist. Schon nach kurzer Einarbeitungsphase konnten erste Erfolge punktuell bei der Bearbeitung von Stupa-

Gruppen erzielt werden. Stupas sind einfache Bauten, die häufig auftreten, unterschiedlich groß sein können und durch geometrische Primitive (z. B. Ebenen) einfach approximiert werden können. In der Folge lassen sie sich in unterschiedliche Bautypen gliedern, die auch regional und kulturell bedingt unterschiedliche Ausprägungen haben können.

In Abbildung 5 ist zu sehen, wie die gesamte Punktwolke einer Tempelanlage, mit bereits vorhandenen Algorithmen und vortrainierten Klassen, in der Software *Leica Cyclone 3DR* zuverlässig in Bauwerke, Gelände und Bewuchs getrennt werden kann, deren Punktwolken einzeln gespeichert werden können.

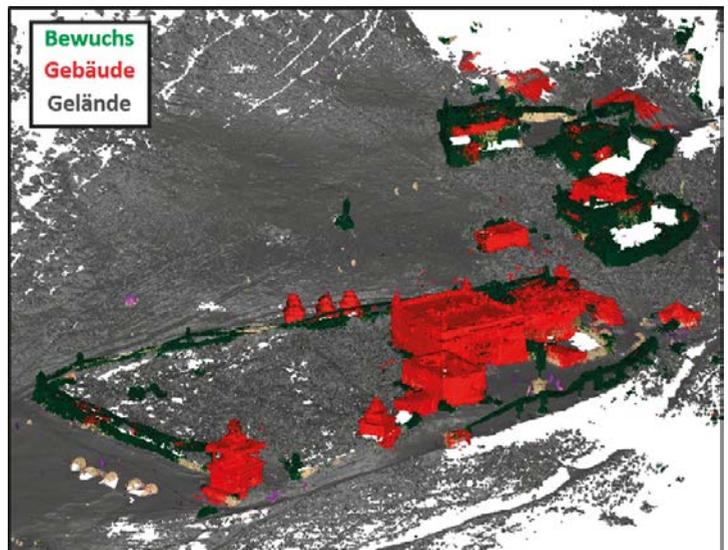


Abb. 5: Segmentierung einer Tempelanlage in Cyclone 3DR

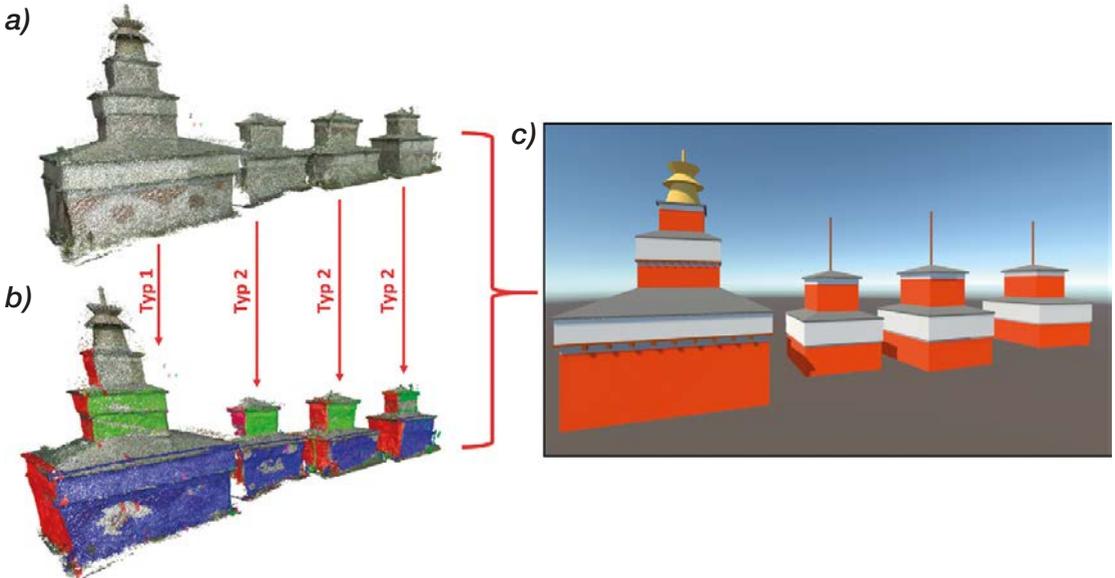


Abb. 6: a) Punktwolke einer Stupa-Gruppe, b) Mittels RANSAC Algorithmus in open3D detektierte Vertikalflächen und c) automatisch generiertes Modell aus Objekt-Templates in Unity

Die Punktwolken einiger Stupas (Abbildung 6a) wurden im Anschluss unter Verwendung der *open3D* Toolbox in Python weiterverarbeitet, wobei die vertikalen Flächen der einzelnen Objekte mittels RANSAC Algorithmus detektiert wurden (Abbildung 6b). Aus den Flächen wurde die Orientierung, der Maßstab, das Zentrum und der übergeordnete Stupa-Typ automatisch extrahiert, wobei für diesen Versuch nur zwischen zwei- bzw. dreiteiliger Stupa unterschieden wurde. Für beide Typen wurden zuvor Objekt-Templates definiert. In der aus dem Spielbereich stammenden Game Engine *Unity* kann mit den extrahierten Informationen und den Templates ein objektbasiertes 3D Modell aufgebaut werden (Abbildung 6c).

Die automatische Konvertierung und Attributierung der gesamten Anlage mit komplexeren Objekten, wie Tempel und Wohnhäusern, stellt für solche Projekte jedoch noch weitgehend eine Zukunftsvision dar. Zum jetzigen Zeitpunkt konnte aber gezeigt werden, dass für einfache Baugruppen mit den standardmäßig verfügbaren technischen Möglichkeiten eine automatisierte Bearbeitung bereits durchgeführt werden kann.

Mit der weiteren Entwicklung von intelligenten Algorithmen und Klassifizierungsansätzen im Scan2BIM Bereich ist hier großes Potential für eine überregionale Bearbeitung von Punktwolken zu sehen. Vor allem da auch bereits in Nepal Möglichkeiten diskutiert werden, über crowd-

basierte Ansätze mit low-cost Ausrüstung (und den entsprechenden Genauigkeiten) großflächig 3D Daten von Baudenkmälern zu erfassen (z. B. Dhonju et al. 2017). Spätestens dann sollte man sich mit einer einheitlichen und effizienten Analyse in einem größeren Kontext auch praktisch auseinandersetzen.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des vorgestellten Projekts wurden mehrere abgelegene nepalesische Tempelanlagen vollständig in 3D vermessen. Der Leica RTC360 Laserscanner hat sich dabei auch im Hochgebirge als geeignetes Messmittel zur Erfassung der Geometrie der Objekte herausgestellt. Für die homogene Texturierung in den Innenbereichen mussten aber zusätzliche Streulichlampen verwendet werden und auch die im Projekt notwendigen atmosphärischen Korrekturen der Distanzmessungen werden in der Dokumentation des Instruments ungenügend behandelt.

Für die architektonische Bauanalyse wurden Bestandspläne aus Hand-Aufmaßen um hochauflösende 3D Daten ergänzt und zahlreiche Anlagen überhaupt zum ersten Mal messtechnisch aufgenommen. Zuzüglich zu klassischen 2D Analysemethoden wurden auch neue 3D Zugänge erprobt. Ein Mehrwert in der Darstellung und Analyse kann vor allem durch die Einbeziehung von Virtual Reality erzielt werden.

Gezeigt wurde auch, dass nicht nur die Datenerfassung mittels Laserscanning vor Ort, sondern auch die Punktwolkenprozessierung, technologisch schon sehr weit fortgeschritten sind. Mit der Entwicklung von intelligenten Algorithmen sind hier in den nächsten Jahren weitere Verbesserungen zu erwarten. Dies eröffnet Möglichkeiten, auch in der Bauforschung von komplexeren Datenstrukturen in der Analyse zu profitieren. Welche Prozesse aber tatsächlich in der Bauforschung akzeptiert werden, und in der Folge vermehrt Anwendung finden könnten, bleibt eine noch zu klärende Fragestellung im laufenden Projekt.

Danksagung

Ein großer Teil der Arbeiten wurde im Rahmen des FWF Projekts P 35897 „Buddhistische Architektur im westlichen Himalaya“ durchgeführt.

Referenzen

archresearch (2023): Buddhist architecture in the Western Himalayas. Projekthomepage, <https://archresearch.tugraz.at> [17.08.2023]

Bauer P, Kaufmann V, Mikl T, Sulzer W, Lienhart W, Seier G (2021): 3D modelling of the castle Neu Wildon – Applying drone based photogrammetry and terrestrial laser scanning – a comparative study. Proc. 26th Int. Conf. on Cultural Heritage and New Technologies 2021, in Druck.

Biasion A, Moerwald T, Walser B, Walsh G (2019): A new approach to the Terrestrial Laser Scanner workflow: the RTC360 solution. FIG Working Week 2019, Hanoi, Vietnam, April 22–26, 2019. https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2019/papers/ts05f/TS05F_biasion_et_al_9968.pdf

Bruschke A (2016): Praxisratgeber zur Denkmalpflege - Bauaufnahme, Teil 1. Informationsschriften der Deutschen Burgenvereinigung e.V. (DBV), D-56338 Braubach, <https://www.deutsche-burgen.org/de/institut/assets/pdf/nr14.pdf> [10.08.2023]

Bundesdenkmalamt (2018): Richtlinie für Bauhistorische Untersuchungen, 2.Fassung 1. Oktober 2018. <https://www.bda.gv.at/dam/jcr:792390e3-0a24-472c-baf7-46e5d72d6f9d/Richtlinien%20f%C3%BCr%20bauhistorische%20Untersuchungen.pdf> [2023.08.10]

Champion E, ed. (2021): Virtual Heritage: A Guide. London: Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bck>

Champion E, Rahman H (2020): Survey of 3D digital heritage repositories and platforms. Virtual Archaeological Review 11(23): 1-15. doi: 10.4995/var.2020.13226

Croce V, Caroti G, Piemonte A, De Luca L, Véron P (2023): H-BIM and Artificial Intelligence: Classification of Architectural Heritage for Semi-Automatic Scan-to-BIM Reconstruction. Sensors 2023, 23, 2497. <https://doi.org/10.3390/s23052497>

Dhonju H, Xiao W, Sarhosis V, Mills J, Wilkinson S, Wang Z, Thapa L, Panday US (2017): Feasibility study of low-cost image-based heritage documentation in Nepal. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2/W3: 237–242. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-237-2017>

DVV (2022): Terrestrisches Laserscanning 2022 (TLS2022). Schriftenreihe des DVV 104, Wißner-Verlag.

EU-VIGIE (2022): Study on quality in 3D digitisation of tangible cultural heritage: mapping parameters, formats, standards, benchmarks, methodologies, and guidelines. - VIGIE 2020/654 Final Study Report. Publications Office of the European Union, Luxembourg. doi: 10.2759/471776

Huber D (2011): The ASTM E57 file format for 3D imaging data exchange. Proc. SPIE 7864, 78640A. doi: 10.1117/12.876555

Kersten T, Walmsley A (2020): Entwicklung einer interaktiven, immersiven Virtual-Reality-Applikation des historischen Stadtmodells Stade 1620. Tagungsband der 40. Wissenschaftlich-Technischen Jahrestagung der DGPF, 4.-6. März 2020 in Stuttgart, Publ. Deutschen Ges.f. Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation 29: S.99-113.

Kuhlmann H, Holst C (2017): Flächenhafte Abtastung mit Laserscanning. In Schwarz W (Hrsg.) Ingenieurgeodäsie. Springer, Berlin: S.167-212.

Leica (2018): Leica RTC360 User Manual. Dok.Nr. 870891-1.0.1en, Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Schweiz.

Neuwirth H, Auer C (eds.) (2013): The ancient monastic complex of Dangkar. Buddhist architecture in the Western Himalayas, Bd.1. Graz, Verlag der Technischen Universität Graz. ISBN: 978-3-85125-298-9, <https://openlib.tugraz.at/the-ancient-monastic-complex-of-dangkar-2013>

Neuwirth H, Auer C (eds.) (2015): The Three Storied Temple of Wanla. Buddhist Architecture in the Western Himalayas, Bd.2. Graz, Verlag der Technischen Universität Graz. ISBN 978-3-85125-392-4, <https://openlib.tugraz.at/the-three-storied-temple-of-wanla-2015-2>

Neuwirth H, Auer C (eds.) (2021): The Ancient Monastic Complexes of Tholing, Nyarma and Tabo. Buddhist Architecture in the Western Himalayas, Bd.3. Graz, Verlag der Technischen Universität Graz. ISBN 978-3-85125-775-5, <https://openlib.tugraz.at/the-ancient-monastic-complexes-of-tholing-nyarma-and-tabo-2021>

ÖNORM A 6250-2 (2015): Aufnahme und Dokumentation von Bauwerken und Außenanlagen. Teil 2: Bestands- und Bauaufnahme von denkmalgeschützten Objekten, Ausgabe 2015-03-15. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Sacks R, Eastman C, Lee G, Teicholz P (2018): BIM Handbook - A guide to building information modelling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. 3rd ed., Wiley, Hoboken, New Jersey: S.1-31.

Wiedemann A (2004): Handbuch Bauwerksvermessung, Geodäsie-Photogrammetrie-Laserscanning. Birkhäuser, Basel: S.59.

Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Peter Bauer, Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, TU Graz, Steyrergasse 30, A-8010 Graz.

E-Mail: peter.bauer@tugraz.at

Dipl.-Ing. Dr. Helmut Woschitz, Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, TU Graz, Steyrergasse 30, A-8010 Graz.

E-Mail: helmut.woschitz@tugraz.at

150 Jahre Franz-Josef-Land 1873-2023

Die Österreichisch-Ungarische Nordpolexpedition 1872-1874 und die Militärtopographie in Eis und Hochgebirge



150 years Franz-Josef-Land 1873-2023

The Austro-Hungarian Polar Expedition 1872-1874 and military topography in arctic and high mountain regions

Michael Hiermanseder, Wien

„Der Effect, welchen die tiefe Temperatur innerhalb der Polarmeere ausübt, tritt als Eiskecke zur sinnlichen Wahrnehmung. Neun bis zehn Monate im Jahre wirkt diese erstarrende Gewalt; ihr Resultat müßte eine geschlossene, über die Pole reichende Hülle sein, wenn nicht Sonne, Regen, Wind, Wellenschlag, Strömungen und die Sprengung des Erstarreten durch rapid gesteigerte Kälte ihre Zerstörung und das Auseinandertreiben der Theile herbeiführen würden.“¹

Kurzfassung

Der Beitrag gedenkt des 150-jährigen Jubiläums der Österreichisch-Ungarischen Nordpolexpedition mit der Entdeckung von Franz-Josef Land. Neben den beiden Leitern Julius Payer und Carl Weyprecht, wird auch das Leben des Seeoffiziers Eduard Orel beschrieben.

Schlüsselwörter: Nordpol, Geschichte, Kartographie

Abstract

The article commemorates the 150th anniversary of the Austro-Hungarian North Pole Expedition with the discovery of Franz-Josef Land. In addition to the two directors, Julius Payer and Carl Weyprecht, the life of the naval officer Eduard Orel is also described.

Keywords: North pole, history, cartography

1. Die Nordpolarexpedition 1872-1874

Die Österreichisch-Ungarische Nordpolarexpedition (Payer-Weyprecht-Expedition) verließ im Juli 1872 unter der Leitung von Oberleutnant Julius von Payer und Linienschiffsleutnant Carl Weyprecht den norwegischen Hafen Tromsø und endete im September 1874. Sie wurde auf Initiative und mit finanzieller Förderung von Hans Graf Wilczek durchgeführt, um das Nördliche Eismeer näher zu erkunden. Die Mannschaft kam aus ganz Österreich-Ungarn, vor allem aus Istrien und Dalmatien.

Ende August 1872 blieb das Expeditionsschiff Admiral Tegetthoff nördlich von Nowaja Semlja auf 79° 51' nördlicher Breite im Eis stecken und wurde in bis dahin nur Robbenjägern und Walfängern bekannte Polarregionen abgetrieben. Auf dieser Drift entdeckte die Expedition am 30. August 1873 die bisher nur bei einigen norwegischen Fischern

als Rønnebeck-Land bekannte Inselgruppe, die sie nach Kaiser Franz Joseph I. „Franz-Josef-Land“ benannte.²

Jahrtausende waren dahingegangen, ohne Kunde von dem Dasein dieses Landes zu den Menschen zu bringen. Und jetzt fiel einer geringen Schaar fast Aufgegebener seine Entdeckung in den Schooß – als Preis ausdauernder Hoffnung und standhaft überwundener Leiden – und diese geringe Schaar, welche die Heimat bereits zu den Verschollenen zählte, war so glücklich, ihrem fernen Monarchen dadurch ein Zeichen ihrer Huldigung zu bringen, daß sie dem neuentdeckten Lande den Namen „Kaiser Franz Josephs-Land“ gab. Aus eisernen Kaffeeschalen hatten wir auf

1) Julius Payer, Die Österreichisch-Ungarische Nordpolexpedition in den Jahren 1872-1874, XVII.

2) 1873-1926 hießen die Inseln Kaiser-Franz-Josef-Land, danach Franz-Josef-Land (Земля Франца-Иосифа). Am 15. April 1926 erklärte die Sowjetunion unter norwegischen Protesten das gesamte Territorium zwischen dem sowjetischen Festland und dem Nordpol zum sowjetischen Hoheitsgebiet. Das betraf auch Franz-Josef-Land, das zuvor als Niemandsland gegolten hatte.



Abb. 1: Karte des russischen Franz-Josef-Landes, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Map_of_Franz_Josef_Land-en.svg

Deck mit rasch bereitetem Grog ein Hoch auf unsern Kaiser getrunken und unser Schiff beflaggt.... Es gab keinen Tag, keine Stunde mehr, in welcher dieses geheimnißvolle Land nicht unsere Aufmerksamkeit völlig erfüllte, und die Frage, ob dieser oder jener Vorsprung in nebelgrauer Ferne ein Berg, eine Insel oder ein Gletscher sei,... Noch vergeblicher aber war unser Bemühen, das Räthsel von der Größe des vor uns liegenden Landes zu lösen. Von der zuerst gesehenen Berghöhe (Cap Tegetthoff) angefangen bis zu seinen umflorten Umrissen im Nordosten besaß seine Front etwa die Ausdehnung eines Breitengrades; doch weil seine südlichsten Theile in großer Entfernung von uns lagen, so war es unmöglich, die topographische Configuration auch nur des Nächstgelegenen sich annähernd zu versinnlichen. Die Eisberge, die wir im Laufe der letzten Wochen angetroffen hatten, fanden in der Auffindung dieses Gebirgslandes nunmehr ihre sehr natürliche Erklärung und waren für sich selbst ein Zeugniß seiner Ausdehnung und mächtigen Begletscherung. (Payer, Julius/Weyprecht, Carl, Oesterreichisch-ungarische Nordpol-Expedition 1872 bis 1874, 137, Wien 1874)

Payer war durch geographische und kartographische Arbeiten in den Ostalpen³ und frühere Polarreisen mit extremen Bedingungen vertraut.

3) Payer ist als Erschließer der Ortlergruppe bekannt geworden und brachte alpinistisches Können und die Erfahrungen als Geodät mit, Eigenschaften, die er bei der Polarexpedition hervorragend einsetzen konnte. Kriegsminister Gen Franz v.Kuhn berief Payer 1868 als Generalstabsoffizier in das k.k. Militärgeographische Institut, wo ihm der Direktor FML August v.Flügely zum Dienstantritt einen Theodolit schenkte, mit dem Payer die Vermessung für die neuen Karten vom Ortler und Adamello-Gebiet durchführen sollte. Payer war ab 1868 im offiziellen Auftrag unterwegs.



Abb. 2: Oberleutnant Julius von Payer



Abb. 3: Linienschiffsleutnant Carl Weyprecht (1874)

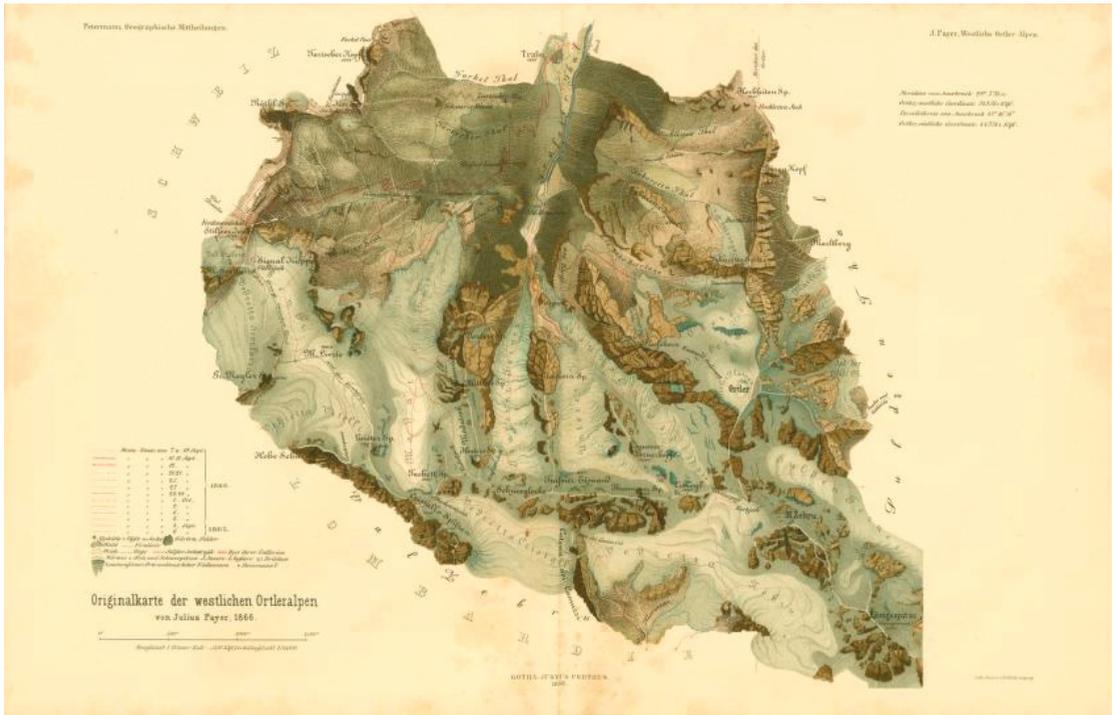


Abb. 4: Julius Payer, Originalkarte der westlichen Ortleralpen Karte, 1:36.000, Gotha 1868



Abb. 5: Ortler Alpen 1:240.000 „Gez.v. Oberlieutenant Julius Payer“ 1875

Die erste Insel, die die Expeditionsteilnehmer betraten, benannten sie nach ihrem Sponsor Wilczek-Insel. Die Forscher unternahmen auf der Inselgruppe zahlreiche Schlittenreisen und Expeditionen zu Fuß, um das Gebiet zu kartieren. Zwei Winter verbrachten sie an Bord des eingeschlossenen Schiffes.



Abb. 6: Die „SIX Admiral Tegetthoff“ auf 75°N



Abb. 7: Kap Tegetthoff (Hall-Insel)

Insgesamt wurden unter großem Zeitdruck 840 km durch unwegsamstes Gelände zurückgelegt, eine gewaltige Leistung mit der damaligen Ausrüstung und der ständigen Gefahr, nicht mehr zurückkehren zu können, weil das Schiff abgetrieben oder das Eis aufgebrochen war.

Auf der ersten Orientierungsreise wurden geographische Ortsbestimmungen vorgenommen und auf dem Sonklar-Gletscher die tiefste Temperatur (-51°) gemessen.

Die zweite Reise vom 26. März bis 22. April diente der Erforschung der Ausdehnung nach Norden. Payer erkannte, dass das Land, fast gleich groß wie Spitzbergen, aus mehreren Teilen bestand.⁴

Die Karte ist mit fünfzehn Breitenbestimmungen, Compaßpeilungen, Zeichnungen und einer Triangulierung entworfen, welche unter den gegebenen Verhältnissen allerdings nur von minderer Genauigkeit sein konnte. Namentlich gilt dies von dem Gebiet im Norden von $81^{\circ} 10'$. Die Berghöhen wurden mittelst des Aneroids bestimmt. Durch die Schiffslieutenants Weyprecht und Brosch wurde eine Basis von 2170,8 Meter in der Nähe des Schiffes gemessen und mit den nächsten Land-

4) Das Land, in der nunmehr bekannten Ausdehnung fast mit Spitzbergen von gleicher Größe, besteht aus mehreren großen Complexen, – Wilczek-Land ist das östliche, Zichy-Land das westliche Hauptmassiv; beide sind von zahlreichen Fjorden durchschnitten und von vielen Inseln umlagert. Eine breite Durchfahrt – Austria-Sund – trennt diese Massen in ihrer Längsmitte, zieht vom Cap Frankfurt an gegen Nord und gabelt sich in $81^{\circ} 40'$ nördl. B. unter Kronprinz Rudolph-Land in einen breiten nordöstlich gerichteten Arm – Rawlinson-Sund – welchen wir bis Cap Budapest verfolgen konnten. (Payer, Julius/Weyprecht, Carl, Oesterreichisch-ungarische Nordpol-Expedition 1872 bis 1874, Wien 1874)

*vorsprüngen trigonometrisch verbunden. Diese Arbeit bildete die Grundlage meiner Aufnahmen.*⁵

Die dritte Schlittenreise führte in den Westen (Simony-Gletscher) mit Eilmärschen bei -20° , Bergtouren und Gletscherbesteigungen zu Vermessungszwecken und um rasch Zeichnungen anfertigen zu können. Die topographischen Benennungen spiegeln die Reverenz vor Gelehrten, Forschern, hochgestellten Persönlichkeiten und Erinnerungen an heimatliche Gefilde wider.⁶ Die wissenschaftlichen Aufzeichnungen sind vielfach die ersten in diesen nördlichen Breiten und bieten Vergleichsmaterial für spätere Beobachtungen.

Am 2. Mai wanderten wir zwei Stunden, ans Seil gebunden, über den Simony-Gletscher bergan, dann im Zickzack die schroffe Pyramide des Cap Brunn hinauf. Unausgesetzt mußten wir dem Schneetreiben entgegengehen; niemals habe ich eine Bergbesteigung mit größerem Ungemach vollführt. Eine steile Schneeschlucht führte durch den Felskranz des aus einer langen Schneide bestehenden Gipfels. Nach fünfständigem Marsche hatten wir ihn erreicht; eine Aneroidbeobachtung ergab 2500 Fuß Höhe. Erforderte die Besteigung in Folge heftigen Windes und wahrhaft durchdringender Kälte der ganzen Selbstbeherrschung strapazengewohnter Männer, um nicht unverrichteter Dinge nach dem Zelte zurückzukehren, so bedurfte

5) Payer, Julius/Weyprecht, Carl, Oesterreichisch-ungarische Nordpol-Expedition 1872 bis 1874, Wien 1874

6) Payer streut seine Namen wie Bannsprüche über den Archipel, forscht dabei in seinen Erinnerungen und findet immer neue Städte und Freunde, die er im Eis verewigen will, und vergisst dabei doch nie, auch dem Herrscherhaus, der Kunst und der Wissenschaft zu huldigen: Cap Grillparzer sagt er zu einem wüsten Felsenturm und Cap Kremsmünster zu einem anderen (Ransmayr, Christoph, Die Schrecken des Eises und der Finsternis, Wien 1984).

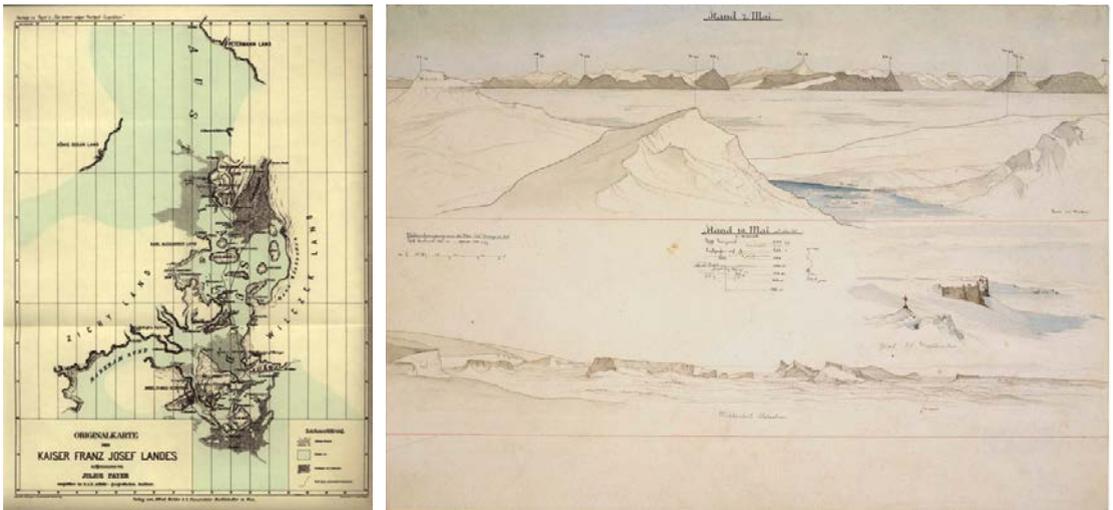


Abb. 8: Julius von Payer, Franz-Josef-Land, Endgültige Karte, Oesterr.-Ungar. Nordpolar-Expedition 1873 u. 1874, 1:1 Mio, Wien 1880; Julius von Payer, Ansicht von Franz-Josef-Land, 1874, Stand 2. Mai – 10. Mai 10h Abends, Cap Wilczek (mit Grab des am 16.3.1874 verstorbenen Maschinisten Krisch), 1874, kolorierte Handzeichnung, ÖNB/KAR: Vues III 14

es jetzt auf dem Gipfel eines so unvergleichlichen Antriebes, wie es nur ein großes, völlig unbekanntes Land bietet, um nicht an der Möglichkeit zu verzweifeln, daselbst trotz 18° Kälte und stürmischen Windes aufmerksam zu zeichnen, im Azimuth zu messen, die Distanzen seiner wichtigsten Oertlichkeiten zu schätzen und für jene Punkte, wo sich verlässlichere Schnitte erwarten ließen, auch die Höhenwinkel zu beobachten. Weil aber der Theodolit durch den Wind unausgesetzt bewegt wurde, so erheischte jeder Winkel eine mehrmalige Wiederholung, um brauchbare Mittelwerthe zu erzielen. Erst nach mehreren Stunden der härtesten Arbeit war meine Aufgabe erledigt. Sie galt vorzugsweise dem südlichen Theile des Zichy-Landes, einem großartigen Bergcomplexe, jenseits des breiten Markham-Sundes. Fast die Hälfte des Horizontes bestand aus Klippen, schimmernenden Schneehöhen und grauen Felsenkesseln. Das System der Kegelberge herrschte auch hier vor; fast nur die Richthofen-Spitze, der vielleicht 5000 Fuß hohe Culminationpunkt des bekannten Franz Josephs-Landes, erhob sich als schlanke weiße Pyramide. Das Land war überall von Fjorden zerrissen und von Gletschern bedeckt; seine Grenzen gegen Spitzbergen oder Gillisland ließen sich nicht bestimmen, weil noch in einer Entfernung von etwa fünfzehn bis zwanzig deutschen Meilen sich deutlich Gebirgszüge erkennen ließen. Es scheint demnach, daß die Landmassen in dieser Richtung

sich mindestens noch bis zum 50., vielleicht sogar bis zum 58. Grad östlicher Länge erstrecken. Die Karte versinnlicht die Ausdehnung des Landes nach dieser Richtung, doch ohne auf Genauigkeit Anspruch zu machen. Zum ersten Male machten wir jetzt die Wahrnehmung, daß die Landmassen im Süden des Markham-Sundes durch einen Fjord, – Negri-Sund, – getrennt seien. Er war bereits offen, und da auch im Markham-Sunde einige dunklere Stellen auf Sprünge im Eise deuteten, so scheint es, daß Schlittenreisen im Franz Josephs-Lande nur im Anfang des Frühjahrs ohne Gefahr des Abgeschnittenwerdens unternommen werden können.⁷

Im Frühjahr 1874 beschloss die Expeditionsleitung, das Schiff im Packeis zurückzulassen und weiter nördlich mobile Unterkünfte und kurzfristige Beobachtungsstationen zu errichten. Während die übrige Mannschaft an Bord ausharrte, machte sich Payer mit einigen Begleitern auf den Weg nach Norden, um den 82. Breitengrad zu erreichen. Nach einem Marsch von 17 Tagen erreichten Payer und seine Begleiter Schiffsfährlich

7) Payer, Julius/Weyprecht, Carl, Oesterreichisch-ungarische Nordpol-Expedition 1872 bis 1874, Wien 1874. Auf Franz-Josef-Land herrscht etwa vom 10. April bis 1. September Polartag. Die Sonne steigt mittags zur Sommersonnenwende auf maximal 33°. Die Zufahrt ist nicht in jedem Jahr eisfrei. Landexpeditionen sind in der Regel nicht erlaubt, doch gibt es Ausnahmen, wie für die Payer-Weyprecht-Gedächtnisexpedition 2005.



Abb. 9: Kap Fligely (Nordspitze der Rudolf-Insel, Franz-Josef-Land, Russland; $81^{\circ} 50' 35''$ N, $59^{\circ} 14' 22''$ O)



Abb. 10: Eduard Orel, *Das Verlassen des Eises*, 1879

Eduard Orel und Matrose Antonio Zaninovich am 12. April 1874 den nördlichsten Punkt des Archipels auf $81^{\circ} 50'$ nördlicher Breite und nannten ihn Kap Fligely⁸. Danach hatten sie 300 km Rückweg zum Schiff zu bewältigen.

Wenige Tage nach Payers Rückkehr verließ die Expedition am 20. Mai die Tegetthoff und begann den Rückweg über das Eis. Fünf der Boote wurden auf Schlitten montiert. Alle Instrumente, alle Aufzeichnungen, die Weyprecht und seine Offiziere während des zweijährigen Aufenthaltes im Eis angefertigt hatten, wurden wasserdicht und stoßsicher verpackt.

8) Das Kap Fligely auf der Rudolf-Insel (Ostrow Rudolfa), nördlichster Landpunkt Eurasiens, bei $81^{\circ} 51'$ N, benannt nach August von Fligely (1810-1879), <https://www.deutsche-biographie.de/sfz16453.html>, 1872 Kommandant des k.k. Militär-Geographischen Instituts, sein Hauptwerk war die Herstellung einer modernen Spezialkarte des Kaiserreichs auf Grundlage der 3. Landesaufnahme von 1869. Er modernisierte die Kartenherstellung durch Anwendung der Heliogravüre und der photographischen Kartenreproduktion. Ab 1861 Präsident der österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und Vizepräsident der Europäischen Gradmessungskommission.



Abb. 11: Julius Payer, *Nie zurück!*, 1892

Weyprecht bewog die ausgelaugte, hungernde und demoralisierte Mannschaft mit der Bibel in der Hand zum rettenden Marsch. Diese Szene hielt Payer später in dem monumentalen Ölgemälde „Nie zurück!“ fest (Abbildung 11), das sich im Heeresgeschichtlichen Museum in Wien befindet.

Nach einem Monat Marsch in südlicher Richtung, die Eisdrift hörte in der Zwischenzeit auf, erreichte die Expedition am 14. August 1874 wieder das offene Meer. Dazu war eine Portion Glück nötig, denn die Eisgrenze war in diesem Jahr weit nach Norden gewandert. Nach sechs Tagen rudern wurden die Männer von zwei russischen Transchonern an der Küste von Nowaja Semlja an Bord genommen und von Kapitän Fjodor Woronin zum norwegischen Hafen Vardø gebracht. Am 25. September 1874 kam das Expeditionsteam, das durch Krankheit und Tod nur ein Mitglied, den Maschinisten Otto Krisch, verloren hatte, in Wien auf dem Nordbahnhof an und wurde auf der Fahrt ins Stadtzentrum jubelt. Der k.u.k. Hofballmusikdirektor Eduard Strauß komponierte zu Ehren der beiden Expeditionsleiter den Weyprecht-Payer Marsch für Pianoforte.

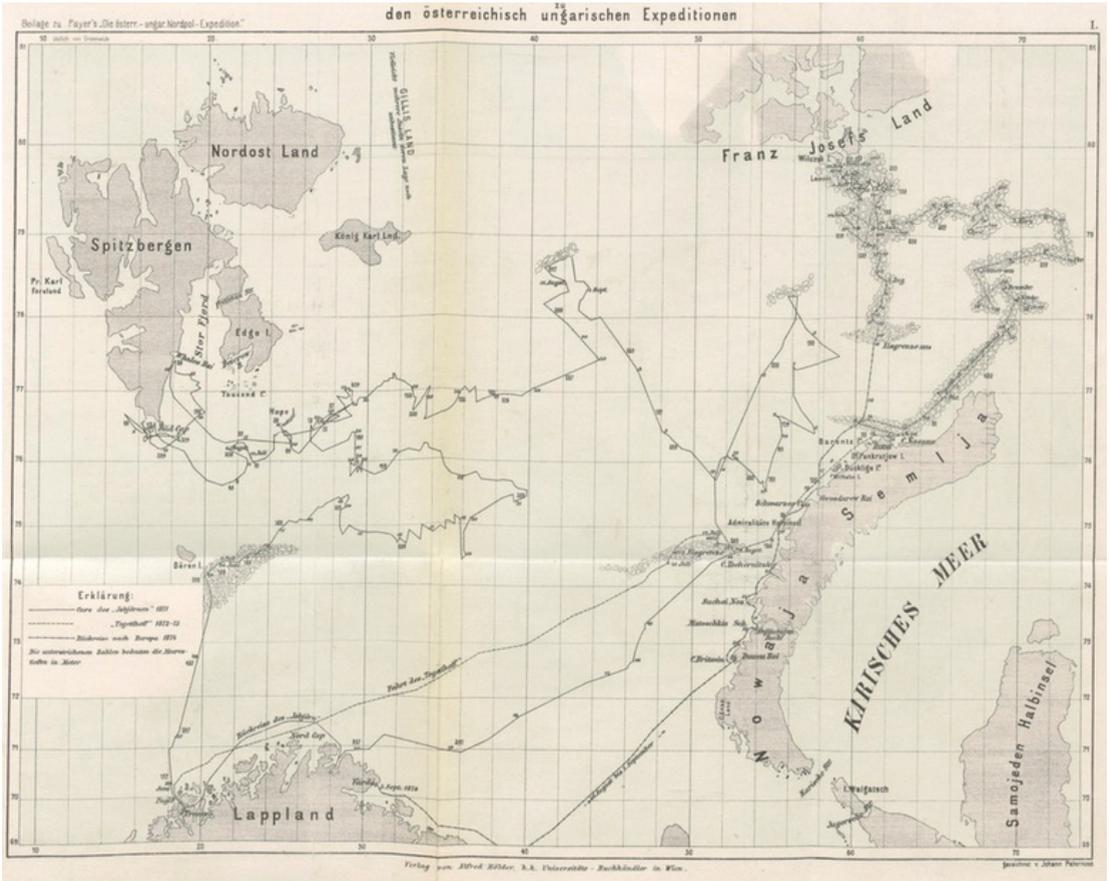


Abb. 12: Karte des Nowaja Semlja Meeres zu den österreichisch-ungarischen Expeditionen 1877



Abb. 13: Eduard Orel 1879, <https://galerieosobnosti.muzeumnj.cz/eduard-orel>

2. Eduard von Orel (1841-1892)

Eduard von Orel (* 5. August 1841 in Neutitschein; † 5. Februar 1892 in Miramar) war österreichischer Seeoffizier, Entdecker und Polarfahrer. Mit Zwanzig schlug er die Marinelaufbahn ein. Orel wählte den direkten Eintritt mit Oberschulabschluss beim Seebezirkskommando Triest. Im Oktober 1861 erhielt er den Rang eines Seekadetten.



Abb. 14: Wappen Orel

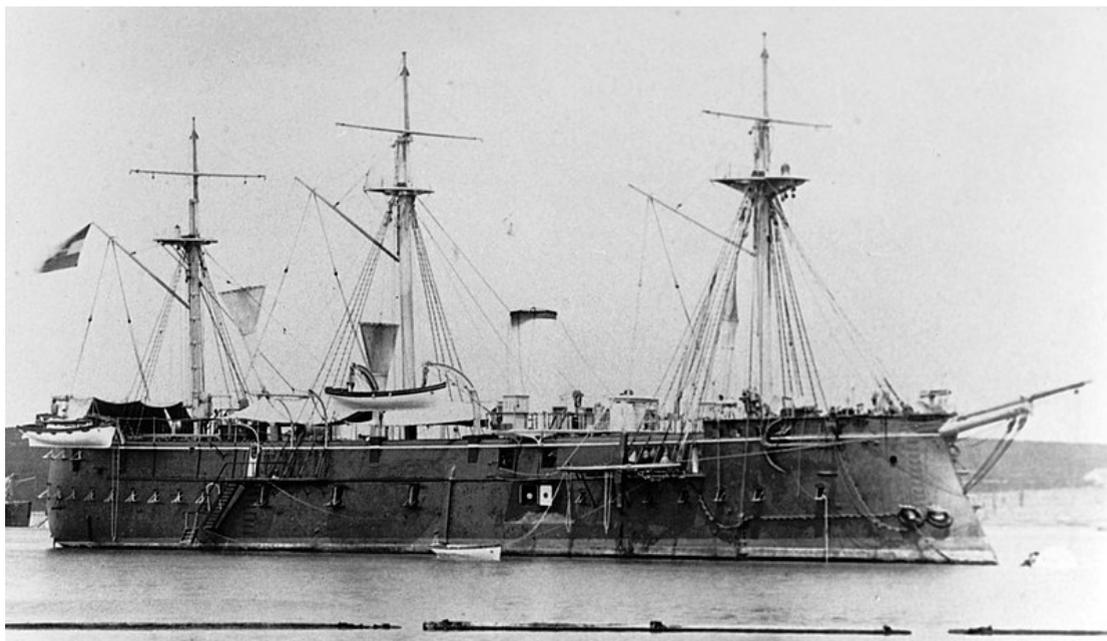


Abb. 15: SM Panzerfregatte Prinz Eugen, 1875

Ab Mai 1866 diente Orel auf der Panzerfregatte Prinz Eugen, einem der stärksten und modernsten Kriegsschiffe Österreichs unter Linienschiffskapitän Alfred Barry. Im Krieg gegen Italien nahm Orel am 20. Juli an der Seeschlacht von Lissa teil, bei der die beiden wichtigsten italienischen Schiffe, der Panzerkreuzer Palestro und das Flaggschiff *Re d'Italia* sanken. Für sein vorbildliches Verhalten in der Schlacht erhielt Orel später die Kriegsmédaille. Am 26. Juli avancierte er zum Linienschiffsführer.

Im Oktober 1866 verließ Orel Triest auf dem Raddampfer Elisabeth mit Destination Mexiko. Unter Linienschiffskapitän Gustav von Gröller sollte die Elisabeth in Veracruz Erzherzog Ferdinand Maximilian, Kaiser von Mexiko, an Bord nehmen, dessen Position nach Abzug der französischen Truppen unhaltbar geworden war. Auf der Elisabeth traf Orel den Schiffsführer Carl Weyprecht.

Orel übernahm im Mai 1868 Aufgaben im Hydrographischen Institut in Pola. Er war einer der wenigen Seeoffiziere, die hydrographische Forschungen für die Marine umsetzten.

Nach der Rückkehr aus der Levante nahm Orel seine Arbeit am Hydrographischen Institut in Pola wieder auf. Carl Weyprecht, inzwischen zum Linienschiffsleutnant avanciert, war nunmehr mit der Vermessung der Ostküste der Adria befasst. Denkbar ist, dass Orel und Weyprecht dienstlich

miteinander zu tun hatten. Weyprecht plante, zusammen mit dem Alpinisten und Oberleutnant der Kaiserjäger, Julius von Payer, eine österreichisch-ungarische Polarexpedition. Weyprecht und Payer unternahmen im Sommer 1871 eine erste Rekonoszierungsfahrt in die Barentssee. Im Winter 1871/1872 gaben sie in der Werft Tecklenborg in Bremerhaven ein Expeditionsschiff für eine Polarexpedition in Auftrag. Die finanziellen Mittel garantierten Graf Hans Wilczek und sein Polarkomitee. In Gedenken an den Sieger von Lissa, Vizeadmiral Tegetthoff, der im Jahr zuvor an Lungenentzündung gestorben war, wurde das Schiff „Admiral Tegetthoff“ benannt.

Viele erwarteten, dass Carl Weyprecht bei der Auswahl der Mannschaft auf Seeleute der nordischen Länder zurückgreifen würde. Er war jedoch der Meinung, dass die Matrosen der österreichischen Marine, vor allem diejenigen aus Istrien und Dalmatien, flexibler und widerstandsfähiger im Ertragen der Strapazen der Arktis wären. Zudem verfügten sie über etwas, das den Nordländern völlig abging, ein heiteres Gemüt. Unter den Offizieren wählte er Angehörige der österreichischen Marine aus, die selbständig wissenschaftliche Beobachtungen und das arktische Forschungsprogramm durchführen konnten, sodass die Expedition auf zivile Wissenschaftler verzichtete.



Abb. 16: Förderer und Mannschaft der Expedition 1872: Erste Reihe oben von links: Gustav Brosch, Dr. Julius Kepes, Schiffsleutnant Carl Weyprecht, Se. Exz. Graf Hans Wilczek, Protektor der Expedition, Oberleutnant Julius Ritter von Payer, Otto Krisch, Eduard Orel, Handkoloriertes Glasdiapositiv, 1872.

Weyprecht wandte sich, während in Fiume die Matrosen durch seinen Freund Heinrich von Littrow examiniert wurden, an den Linienschiffsfähnrich Eduard Orel, dessen menschliche und wissenschaftliche Qualitäten er bereits auf der gemeinsamen Reise nach Mexiko kennengelernt hatte. Orel war durch seine Tätigkeit am Hydrographischen Institut von Pola sehr geeignet, sich mit den Meeresströmungen in arktischen Gewässern zu beschäftigen, deren Messung eine der Hauptaufgaben der Expedition war. Auf der 1872 abgehenden österreichisch-ungarischen Nordpolarexpedition wurde Eduard Orel Zweiter Offizier, zuständig für Steuerung und Navigation des Schiffes. Nach dem Festsetzen des Schiffes im Eis war Orel verantwortlich für Lotungen und Tiefsee-Temperaturmessungen. Zusammen mit dem ersten Offizier Gustav Brosch führte er das Tagebuch der meteorologischen Beobachtungen.

Eduard Orel war ein fähiger Jäger, besonders geschätzt war aber seine Backkunst, stellte er doch anlässlich von Festen und Gedenktagen Apfelstrudel, Birnenstrudel und Linzer Torten her. Den größten Augenblick erlebte Orel im Frühjahr 1874, als Julius von Payer ihn zur Teilnahme an der zweiten Landexpedition auswählte. Es war eine anspruchsvolle Reise quer durch Franz-Joseph-Land so weit wie möglich nach Norden. Am Ende war Eduard Orel einer von drei Männern, die am 12. April 1874 nach einem mörderischen Marsch von mehr als dreihundert Kilometern den nördlichsten je von Menschen erreichten Punkt betraten, Kap Fligely auf $81^{\circ} 50'$ Nord. Die Expedition kehrte glücklich nach Mitteleuropa zurück, was Orel akribisch in seinem Tagebuch beschrieb. Die Polarfahrer kamen am 22. September 1874 in Hamburg an, wo ihnen zu Ehren ein großes Fest gegeben wurde. Weitere Festlichkeiten erwarteten sie in Wien, das sie per Zug am 25. September 1874 erreichten.



Abb. 17: Hydrographisches Amt, Pola



Abb. 18: Schloss Miramare mit Garten um 1880



Abb. 19: Die Familie Orel vor dem Haus im Park von Miramare 1886

Kaiser Franz Joseph dekorierte bereits am 20. September 1874 Weyprecht und Payer mit dem Leopoldsorden. Am 1. Oktober erfolgte die Ordensverleihung an die übrigen Teilnehmer der Expedition. Eduard Orel bekam den Orden der Eisernen Krone Dritter Klasse verliehen, eine der höchsten Auszeichnungen der Monarchie. Orel reiste weiter nach Triest, wo im Restaurant „Monte Verde“ zu Ehren Weyprechts und der Matrosen des Küstengebietes ein prächtiges Bankett ausgerichtet wurde. Am folgenden Tag fuhr er mit dem Raddampfer „Triest“ nach Pola, wo ihn mehr als 200 Offizierskameraden im Casino della Marina zu einem Empfang erwarteten. In Erinnerung an die denkwürdige Expedition schenkte Weyprecht Orel ein rechteckiges Stück Holz mit den Daten 22/5 – 24/8 1874 und der Inschrift: „Ein Stück der Bark, mit der ich über die Schollen des Eismeerer heimkehrte“ und seiner Unterschrift. Dieses Holz bewahrte Orel als kostbares Andenken auf.

Nach Ende der Feierlichkeiten wurde Eduard Orel dem Seebezirkskommando in Triest zugeteilt. Er hatte die Aufgabe, zusammen mit Schiffsleut-

nant Carl Weyprecht und Schiffsleutnant Gustav Brosch die vielen Tausend auf der Expedition gewonnenen Daten zu katalogisieren, zu interpretieren und auszuwerten. Nachdem die Arbeiten 1876 weitgehend beendet waren, ergab sich für Orel die Möglichkeit zu einer neuerlichen Einschiffung. Diese Aussicht war für ihn wenig verlockend. Am 1. August 1876 wurde er auf Anweisung von Kaiser Franz Joseph Angestellter bei der Verwaltung der kaiserlichen Liegenschaften. Sein Dienstsitz befand sich nahe dem Oberen Belvedere in Wien.

1877 wurde Orel zum Verwalter des Schlosses Miramar, dem Residenzschloss von Erzherzog Ferdinand Max nördlich von Triest, ernannt. Seine Wohnung war ein Häuschen im oberen Teil des Schlossparks, das heute noch steht. Neben dem Schloss Marimar oblag ihm auch die Verwaltung der Insel Lacroma bei Ragusa, auch dies ein ehemaliges Besitztum von Erzherzog Ferdinand Max. Durch seine Tätigkeit kam er wieder an das Adriatische Meer, der bestimmenden Gegend in seinem Leben.

Wenige Tage nach Dienstantritt in Miramar, am 5. November 1877, brachte seine Frau Augustine Orel einen Sohn zu Welt, der nach seinem Vater ebenfalls den Namen Eduard⁹ erhielt. Neben seinen administrativen Aufgaben, der Führung des zahlreichen Personals und kaiserlichen Besuchen fand Orel die Zeit, sich einer Passion zu widmen, der Malerei. Es entstanden zahlreiche Ölgemälde, die meist um ein Thema kreisten, die Polarexpedition von 1872/1874.

Kaiser Franz Joseph verfügte die Nobilitierung Eduard Orels, welche ihm aufgrund der Verleihung des Ordens der Eisernen Krone Dritter Klasse auf Antrag zustand. Sein Wappen zeigt im unteren Teil einen aus dem Meer steigenden Eisbären mit erhobenen Tatzen, dazwischen den Polarstern, und im oberen Teil einen schwarzen Adler. Der nunmehrige Eduard von Orel erhielt vom Kaiser die Beförderung zum Linienschiffsleutnant ehrenhalber, weil sein Dienstgrad nicht mehr der Würde eines Verwalters von Schloss Miramar und eines Adelligen entsprach. Am gleichen Tag wurde er mit dem neuen Dienstrang aus der Marine verabschiedet, blieb aber Schlossverwalter. Im Winter 1892 erkrankte Orel an einer Lungenentzündung und verstarb am 5. Februar 1892, im 51. Lebensjahr.

Zum 150. Jahrestag der Expedition zeigte die Österreichische Akademie der Wissenschaft vom 25. Mai bis 14. Juli 2023 in der Ausstellung „Land, Land, endlich Land! – 150 Jahre Franz-Josef-Land“ Karten und Dokumente aus ihrer Bibliothek.¹⁰ Als besonderes Highlight wurde eine Flaschenpost ausgestellt, die 1874 von Carl Weyprecht auf Franz-Josef-Land verfasst und 1978 auf der Insel Lamont von einem russischen Forscher entdeckt wurde. Sie kam zwei Jahre später nach Wien, wo sie in der Sammlung Woldan der ÖAW aufbewahrt wird.

9) Eduard Ritter von Orel (* 5. November 1877 in Schloss Miramare bei Triest; † 24. Oktober 1941 in Bozen, Südtirol), Militärkartograph der österreichischen Armee und Erfinder des Stereoautografen.

10) <https://www.polarresearch.at/oeaw-ausstellung-zu-150-jahre-franz-josef-land-vortrag-im-kontext-der-arktis-heute/?lang=de>



Abb. 20: Flaschenpost (ÖAW)

Referenzen

Berger, Frank & Payer, Julius: Die unerforschte Welt der Berge und des Eises, Bergpionier – Polarfahrer – Historienmaler, Innsbruck 2015.

Mazzoli, Enrico & Berger, Frank: Eduard Ritter von Orel (1841-1892) und die österreichisch-ungarische Nordpolar-Expedition mit seinem Rückzugstagebuch von 1874, Triest 2010.

Payer, Julius & Weyprecht, Carl: Oesterreichisch-ungarische Nordpol-Expedition 1872 bis 1874. In: Mittheilungen der k.k. Geographischen Gesellschaft Wien, Band 17, Wien 1874, S. 389–417.

Ransmayr, Christoph: Die Schrecken des Eises und der Finsternis, Wien 1984.

<https://www.onb.ac.at/bibliothek/sammlungen/karten/50-zimelien-test/19-jahrhundert/julius-payer-franz-josefs-land-1874>

https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96sterreichisch-Ungarische_Nordpolexpedition

https://de.wikipedia.org/wiki/Eduard_Orel

<https://www.deutsche-biographie.de/sfz73714.html#ndb-content>

<https://www.pure-landscapes.net/EssaysFolder/German/CEPM2015>

Anschrift des Autors

Dr. Michael Hiermanseder, Managing Director, Leica Geosystems Austria GmbH (ret.); Partner, Rudolf & August Rost (ret.), Sommerergasse 11/5, A-1130 Wien.

E-Mail: hiermanseder@gmx.net



GNSS-Vermessung in Jahren eines Sonnenfleckenmaximums – eine Kurzeinführung¹

GNSS surveying in years of a sunspot maximum – a brief introduction

Lambert Wanninger, Dresden

Kurzfassung

In Jahren eines Sonnenfleckenmaximums treten verstärkt Probleme bei der zentimetergenauen GNSS-Positionsbestimmung auf, die auf Störungen in der Ionosphäre zurückzuführen sind. In Mitteleuropa sind davon insbesondere die Herbst- und Wintermonate betroffen.

Schlüsselwörter: GNSS, Sonnenfleckenmaximum, Ionosphäre, MSTID

Abstract

In sunspot maximum years, problems with centimeter-accurate GNSS positioning are more frequent due to disturbances in the ionosphere. In central Europe, these problems are most severe in autumn and winter months.

Keywords: GNSS, sunspot maximum, ionosphere, MSTID

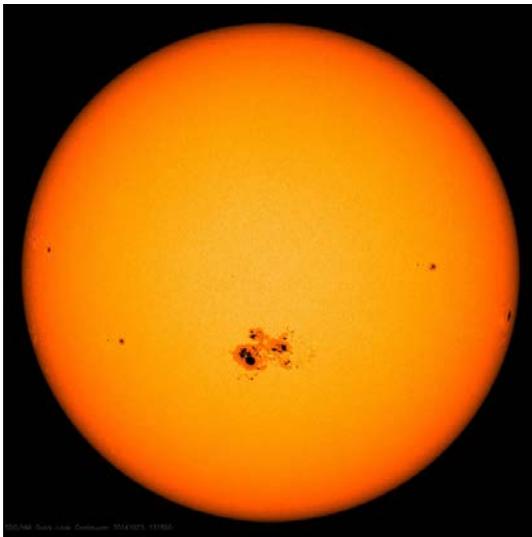


Abb. 1: Sonnenflecken in Jahren starker Sonnenaktivität (Quelle: NASA Goddard Space Flight Center: <https://www.flickr.com/photos/gsf/15430820129/>)

So etwa alle elf Jahre wechselt das Magnetfeld der Sonne seine Polarisierung. Ein solcher Wechsel geschieht nicht abrupt, sondern dauert wenige Jahre und geht einher mit einem zeitweisen Verschwinden des solaren Magnetfeldes, dem Auftreten von Sonnenflecken (Abbildung 1), die schon seit Jahrhunderten von Menschen

beobachtet werden, und dem Hinausschleudern von großen Mengen Materie ins All. Ein ganz kleiner Teil davon trifft die Erde und hat Einfluss auf deren Atmosphäre. So treten dann in der Ionosphäre, einer Schicht der Erdatmosphäre, verstärkt geladene Teilchen auf. Dieses Naturphänomen war für die Menschen bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts eigentlich ohne Bedeutung. Erst seitdem verstärkt Funkverkehr betrieben wird, hat die Sonnenaktivität Einfluss auf unser Leben.

Satellitengestützte Positionsbestimmung mit GNSS ist auf Funkkommunikation zwischen Satelliten und Empfängern auf der Erde angewiesen. Alle GNSS-Signale durchqueren die Ionosphäre. Die Hauptwirkung deren Ionisierung ist eine Verzögerung der Signalgeschwindigkeit. Dies ist seit Beginn des Satellitenzeitalters bekannt. Und da die Signalgeschwindigkeit in der Ionosphäre von der exakten Frequenz der Mikrowellensignale abhängt, lag auch das Gegenmittel auf der Hand: durch simultane Messungen von Signalen unterschiedlicher Frequenzen kann der entlang des Signalweges integrierte Anteil ionisierter Teilchen bestimmt werden und eine Korrektur der Signalgeschwindigkeit vorgenommen werden (Zweifrequenz-Korrektur).

Ist damit das Problem gelöst? Leider nein. GNSS ist heutzutage komplexer, als dass eine Zweifrequenz-Korrektur ausreichen würde. Wir haben uns daran gewöhnt, dass wir mit GNSS zentimetergenaue Positionen innerhalb einiger Sekunden bestimmen können. Dabei sind wir aber darauf angewiesen, dass sowohl Zwei- oder

¹) Beitrag bereits in der Erstversion unter dem Titel „Die befleckte Sonne“ in der Zeitschrift FORUM 2.23 erschienen. Abdruck mit freundlicher Genehmigung des BDVI – Bund der Öffentlich bestellten Bund der Öffentlich bestellten Vermessungsingenieure e.V.

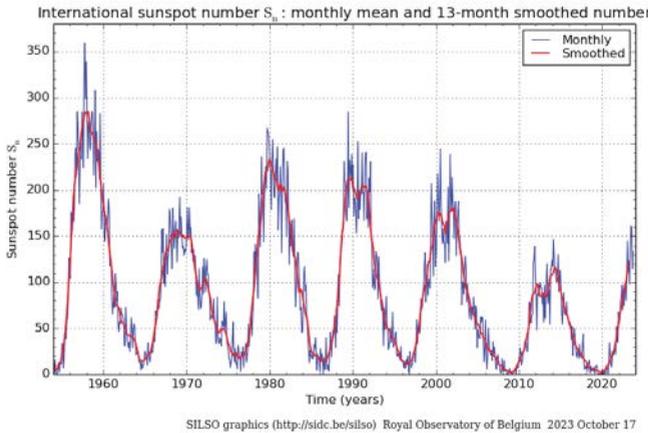


Abb. 2: Die Entwicklung der Sonnenflecken seit Beginn des Satellitenzeitalters (Quelle: SILSO, Royal Observatory of Belgium, Brüssel: <https://www.sidc.be/silso/monthlyssnplot>)

Mehrfrequenzmessungen vorliegen, wie auch simultane Messungen von stationären Referenzstationen, die es ermöglichen den ionosphärischen Einfluss auf unsere eigenen Messungen möglichst gut zu modellieren und damit zu korrigieren. Erst durch diese Kombination von Mehrfrequenzmessungen und möglichst guter ionosphärischer Korrektur sind kurze Konvergenzzeiten von unter einer Minute erreichbar.

Die Verteilung der geladenen Teilchen in der Ionosphäre ist sehr variabel. Da gibt es starke zeitliche Variationen von sehr kurzperiodisch (Sekunden) über die dominante Tagesperiode bis zum 11-Jahreszyklus und auch länger. Und es gibt auch räumliche Inhomogenitäten: von lokal (Metergrößenordnung) über regional (100 km) bis global (Breitenabhängigkeit). In den Jahren eines Sonnenaktivitätsmaximums werden sehr viel stärkere Ionisierungen beobachtet als in Jahren eines Minimums. Augenblicklich befinden wir uns im ersten Jahr eines Sonnenaktivitätsmaximums, welches noch weitere

zwei Jahre andauern wird (Abbildung 2). Danach wird es nach einer Übergangsperiode die nächste Minimumsphase geben, welche auch ungefähr zwei bis drei Jahre andauern wird. Wie stark ein Sonnenaktivitätsmaximum ausfallen wird lässt sich bis heute nicht zuverlässig vorhersagen und so muss man abwarten, wie sich die augenblickliche Maximumsphase weiterentwickeln wird.

Wir leben in Zentraleuropa – auch ionosphärisch betrachtet – in gemäßigten Breiten. Hier erreicht die Ionisierung nicht so extreme Werte wie in der Äquatorregion und es treten auch nicht so starke kleinräumige Inhomogenitäten wie in der Äquator- und den Polarregionen auf. Das in Zentraleuropa dominante ionosphärische Problem für zentimetergenaue GNSS-Positionsbestimmung wird durch wandernde ionosphärische Störungen mittlerer Größe verursacht (Stichwort: Medium Scale Travelling Ionospheric Disturbances – MSTID). Diese haben räumliche Wellenlängen in der Größenordnung von wenigen Hundert Kilometern und bewegen sich mit Geschwindigkeiten von einigen Hundert Stundenkilometern über Europa hinweg. Sie verursachen ionosphärisch bedingte Streckenmessfehler von bis zu einigen Dezimetern.

Diese MSTID treten in starker Abhängigkeit von der Sonnenaktivität auf, also augenblicklich besonders stark: insbesondere in Herbst- und Wintermo-

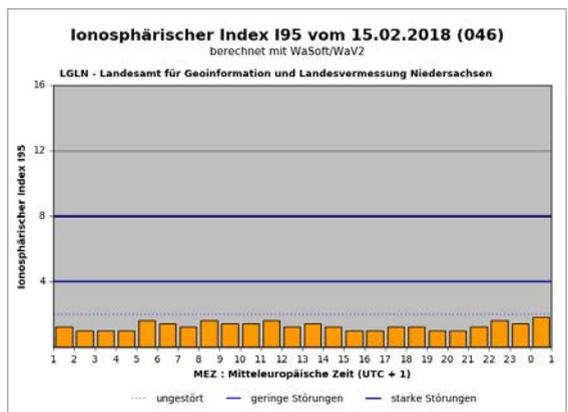
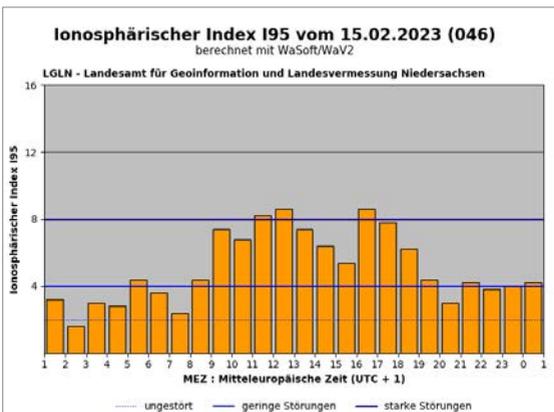


Abb. 3: I95-Index-Werte vom 15. Februar 2023 und genau fünf Jahre zuvor (Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen: <https://i95.sapos.de>)

naten tagsüber (also zur besten Arbeitszeit) und in schwächerer Form in den Sommermonaten nachts. Sie lassen sich in den Beobachtungsdaten von GNSS-Referenzstationsnetzen gut detektieren und sind die Hauptursache für große I95-Index-Werte (siehe: <https://i95.sapos.de/>), siehe Abbildung 3. Diese Indexwerte beschreiben gut, ob bei zentimetergenauer Positionsbestimmung mit ionosphärischen Problemen gerechnet werden muss oder nicht. Sie erlauben aber immer nur einen Blick in die Vergangenheit. Eine seriöse, zuverlässige Vorhersage ist nicht möglich.

MSTID sind auch der Hauptgrund für ionosphärische Modellfehler im Referenzstationsnetz. Hierbei kommt es sehr auf die Wellenlängen der MSTIDs im Verhältnis zum Punktabstand der Referenzstationen an. Je weiter die Referenzstationen auseinanderliegen, umso größer werden die verbleibenden ionosphärischen Fehler sein. Auch ein Referenzstationsabstand von nur 50 km kann da schon zu groß sein. Auch ist die Frage, wie gut die sogenannte Vernetzungssoftware, also die Programme, die die Referenzstationsbeobachtungen vorverarbeiten, mit großen ionosphärischen Restfehlern umgehen kann. Haben die Algorithmen damit Probleme, so werden die Korrekturen unvollständig sein.

Entscheidend ist auch, wie gut die Software im GNSS-Empfänger mit ionosphärischen Restfehlern umgehen kann. Liegen solche Restfehler vor, dann wird die Qualität der Lösung schlechter werden: die Initialisierungszeiten werden länger und die Streuung der Koordinatenergebnisse nimmt zu. Je nach gewählten Auswertalgorithmen und ihrer softwaretechnischen Umsetzung werden diese Qualitätsverluste kleiner oder größer ausfallen. Werden solche Qualitätsverschlechterungen beobachtet, dann ist ein Blick auf den I95-Index sehr hilfreich, um schnell herauszufinden, ob dies an der Ionosphäre liegen könnte oder doch nach anderen Ursachen gesucht werden muss.

Der erste problematische Winter dieses Sonnenfleckenmaximums liegt schon hinter uns und es gab viele Meldungen über erschwerte zentimetergenaue GNSS-Positionsbestimmung. Der nächste und vielleicht auch übernächste Winter werden nicht besser werden. Aber danach wird die Sonnenaktivität spürbar zurückgehen und alles wird wieder einfacher, bis wir alle 2033 von diesem natürlichen Phänomen wieder überrascht werden.

Anschrift des Autors

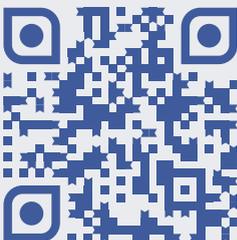
Prof. Dr.-Ing. Lambert Wanninger, TU Dresden, Geodätisches Institut, Helmholtzstr. 10, D-01069 Dresden
E-mail: lambert.wanninger@tu-dresden.de



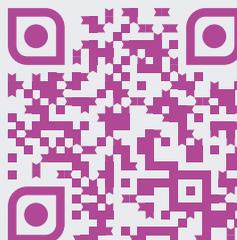
Folgen Sie uns auf Social Media!



...bereits über 600 Personen tun es schon !



shorturl.at/kptxE



shorturl.at/ekwxW



shorturl.at/jnDJ5

Dissertationen, Diplom- und Magisterarbeiten

The joint inversion of seismic refraction and electrical resistivity data: A quantitative approach to estimate hydrogeological parameters in an imaging framework

Matthias Steiner

Dissertation: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geophysik, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Prof. Dr. Adrian Flores-Orozco

Im Rahmen von umweltbezogenen bzw. ingenieurtechnischen Untersuchungen werden die Eigenschaften des Untergrunds traditionell mit direkten Messmethoden erfasst. Jedoch sind die gewonnenen Daten in ihrer räumlichen Auflösung begrenzt, da direkte Untersuchungen meist nur punktuell durchgeführt werden können (z.B. in Bohrlöchern). Im Gegensatz dazu sind geophysikalische Methoden in der Lage, Informationen über die Beschaffenheit des Untergrunds in nicht-invasiver Weise und mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zu bestimmen, und haben sich daher als geeignete Ergänzung von direkten Methoden erwiesen. Die elektrische Widerstandstomographie (electrical resistivity tomography; ERT) und die seismische Refraktionstomographie (seismic refraction tomography; SRT) sind in der Lage Veränderungen der hydrogeologischen bzw. chemischen Eigenschaften des Untergrunds zu detektieren und werden daher häufig für oberflächennahe Untersuchungen eingesetzt. Die Kombination dieser komplementären geophysikalischen Methoden ist ein gängiger Ansatz, um den Einfluss von Unsicherheiten bzw. Fehler im Zusammenhang mit der Datenerfassung, -verarbeitung und -inversion auf die Ergebnisse zu vermindern.

Das sorgfältige Prozessieren der geophysikalischen Daten ist von zentraler Bedeutung, um verlässliche Modelle der Untergrundeigenschaften zu erhalten. Insbesondere die Prozessierung von ERT-Datensätzen kann basierend auf etablierten Richtlinien und Algorithmen weitestgehend automatisiert werden. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der Prozessierung von SRT-Daten um einen interaktiven Vorgang, der maßgeblich von der Erfahrung der auswertenden Person beeinflusst wird und zudem oftmals den Einsatz von kommerziellen Softwarelösungen erfordert. Dementsprechend besteht begründeter Bedarf an der Entwicklung von lizenzfreien bzw. open-source Lösungen, die transparente und automatisierte Abläufe im Zusammenhang mit der Prozessierung von SRT-Daten ermöglichen. Bei der Inversion von geophysikalischen Daten handelt es sich um ein mehrdeutiges Problem, wodurch insbesondere die Interpretation der Inversionsergebnisse mit Unsi-

cherheiten behaftet sein kann, die zusätzlich verstärkt werden, wenn die geophysikalischen Parameter in andere Größen umgerechnet werden (z.B. die von direkten Methoden erfassten Untergrundeigenschaften). In dieser Hinsicht ist eine verbesserte Interpretation durch die Kombination komplementärer Inversionsergebnisse möglich, jedoch setzt dies voraus, dass die durch unabhängige Inversionen erhaltenen Untergrundmodelle in sich konsistent sind.

Um diese Nachteile zu beheben, hat sich die petrophysikalisch gekoppelte Inversion (petrophysical joint inversion; PJI) von ERT- und SRT-Daten als ein geeignetes Verfahren erwiesen, welches die direkte quantitative Bestimmung der relevanten Untergrundeigenschaften (z.B. hydrogeologische Parameter) ermöglicht. Jedoch erfordert die Anwendung solcher PJI-Verfahren eine adäquate Parametrisierung des zugrundeliegenden petrophysikalischen Modells, die wiederum von Unsicherheiten betroffen sein kann. Daher untersucht diese Arbeit die Möglichkeit, strukturelle und petrophysikalische Randbedingungen in der petrophysikalisch gekoppelten Inversion zu berücksichtigen, um konsistente Untergrundmodelle zu erhalten. Bei einem hohen Anteil von tonigen Sedimenten oder organischem Material ist es essentiell, dass das dem PJI-Verfahren zugrundeliegende petrophysikalische Modell den Einfluss der Oberflächenleitfähigkeit auf die beobachteten elektrischen Eigenschaften des Untergrunds berücksichtigt. Wird dieser Einfluss bei der PJI vernachlässigt, führt dies zu einer fehlerhaften quantitativen Bestimmung der hydrogeologischen Untergrundeigenschaften. Dementsprechend wird in dieser Arbeit das eingesetzte PJI-Verfahren erweitert, um den Einfluss der Oberflächenleitfähigkeit im Zuge der Inversion, d.h., bei der Parameterschätzung, zu berücksichtigen. Dieses modifizierte PJI-Verfahren quantifiziert die Oberflächenleitfähigkeit basierend auf ERT-Daten, die bei einer niedrigen und einer hohen Frequenz gemessen werden.

Die im Rahmen dieser Arbeit erzielten Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- (i) Entwicklung einer Softwarelösung für die Modellierung und Prozessierung von SRT-Daten basierend auf open-source python-Bibliotheken;
- (ii) die Verwendung eines Porositätsmodells als Randbedingung in der PJI kompensiert einen etwaigen geringen Kontrast in den physikalischen Eigenschaften verschiedener Untergrundmaterialien und kann darüber hinaus als zeitliche Randbedingung fungieren;
- (iii) der frequenzabhängige Effekt der Oberflächenleitfähigkeit kann im Zuge der PJI basierend auf Leitfähigkeitsmessungen bei einer hohen und einer niedrigen Frequenz berücksichtigt werden;

- (iv) das erweiterte PJI-Verfahren ermöglicht die quantitative Bestimmung hydrogeologischer Parameter (insbesondere Wassergehalt und hydraulische Leitfähigkeit) in unterschiedlichen Untersuchungsgebieten, z.B. gefrorener Untergrund in alpinen Regionen, Deponien, Hangrutschungen und ungestörte natürliche Sedimente;
- (v) das verwendete PJI-Verfahren kann sowohl hinsichtlich der zu invertierenden Datensätze als auch der Zielparameter individuell angepasst werden, wodurch zukünftige Erweiterungen basierend auf weiteren geophysikalischen Methoden und petrophysikalischen Beziehungen möglich sind.

Assessment of soil moisture derived from radar satellite data in the Arctic for the purpose of permafrost studies

Elin Högstrom

Dissertation: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Priv.-Doz. Dipl.-Geograf Dr. Annett Bartsch, Dr. Birgit Heim

Das Tiefland der Arktischen Tundra ist zu einem großen Teil von Permafrost unterlagert, der als wesentliche Klimavariablen gilt. Beobachtungen zeigen, dass sich dieses Gebiet in den letzten Jahrzehnten fast viermal schneller erwärmt hat als der Rest der Welt. Durch die Abgeschiedenheit großer Teile der Arktis, können vor Ort kaum Bodendaten erhoben werden, weshalb Satellitendaten hier von entscheidender Bedeutung sind.

Daten über die Bodenfeuchte sind essenziell für Anwendungen im Zusammenhang mit Permafrost, insbesondere für Modellierungs- und Flux-Up-Scaling-Studien. Daten des aktiven C-Band-Mikrowellen-Fernerkundungsinstruments Advanced Scatterometer (ASCAT) werden seit 2008 verwendet, um ein grob aufgelöstes (25 km) Bodenfeuchteprodukt (Surface Soil Moisture, SSM) in nahezu Echtzeit zu erzeugen. Die Herausforderungen für die Ableitung von SSM aus Radardaten, die mit dem spezifischen Charakter der Arktis zusammenhängen, sind z.B. gefrorener Boden, Landschaftsheterogenität oder saisonale Schwankungen.

In der vorliegenden Arbeit wurden solche typischerweise erwarteten Einflüsse für durch C-Band-Rückstreuung abgeleitete SSM in der Arktis untersucht. Auf der Grundlage eines Vergleichs mit den Ergebnissen eines Landoberflächenmodells und Untersuchungen von C-Band-SAR-Daten mit feinerer Auflösung konnten Rückstreuungsabweichungen festgestellt werden, die eher auf die Oberflächenrauigkeit als auf tatsächliche SSM-Variationen zurückzuführen sind. Der Einfluss von Wasseroberflächen bildete, zusammen mit Untersuchungen von in-situ-Bodenfeuchtedaten und meteorolo-

gischen Daten, die Grundlage, um Vorsichtsmaßnahmen für die Verwendung des Satellitenprodukts sowie dessen Verbesserungen vorzuschlagen.

Der potenzielle systematische Fehler lässt sich durch den Seeanteil erklären und zu einem großen Teil auf den Wind zurückführen. Daher wird eine Korrektur mittels meteorologischer Daten für seenreiche Gebiete vorgeschlagen.

Die Verwendung von Daten mit höherer räumlicher Auflösung als sie derzeit für operative globale SSM verfügbar ist, ist in Permafrostumgebungen im Tiefland erforderlich. Es gibt in der Tundra starke Schwankungen der Bodenfeuchte im Satellitenprodukt über den Sommer, was auf die Anwendbarkeit der zeitlichen Entwicklung von C-Band-Rückstreuprodukten der Bodenfeuchte hindeutet. Messungen der Bodentemperatur deuten jedoch auf eine weitere Fehlerquelle, einen Einfluss der Temperaturschwankungen in der ersten Sommerhälfte hin.

Please Follow the Signs: Considering Existing Navigational Aids in Indoor Navigation Services

Wangshu Wang

Dissertation: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2023

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

Die Navigation in großen öffentlichen Gebäuden stellt für Menschen eine besondere Herausforderung dar. Aus diesem Grund wurden externe Darstellungen der Umgebung entwickelt, wie beispielsweise Navigationshilfen wie Schilder und Grundrisse sowie mobile Navigationsdienste. Diese wurden konzipiert, um die Orientierung in Gebäuden zu erleichtern und die Wahrnehmung zu entlasten. Derzeit arbeiten diese Systeme unabhängig voneinander. Untersuchungen deuten darauf hin, dass bestehende Navigationshilfen, die auf kodierten räumlichen Beziehungen basieren, als semantische Orientierungspunkte dienen können und das Erlernen von räumlichem Wissen erleichtern, während mobile Navigationsdienste das räumliche Lernen beeinträchtigen.

Diese Dissertation befasst sich mit den Herausforderungen der Navigation in Innenräumen und des räumlichen Lernens, indem bestehende Navigationshilfen in Navigationsdienste integriert werden. Um das Navigationsverhalten von Menschen in Innenräumen und die Einflussfaktoren an Entscheidungspunkten besser zu verstehen, wurde ein exploratives Experiment mit menschlichen Teilnehmern durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Experiments liefern einen systematischen Überblick über die Taktiken zur Entscheidungsfindung bei der innerräumlichen Navigation. Zudem tragen sie zur Weiterentwicklung der bestehenden Orientierungs-

theorie bei und bieten praktische Informationen für das Architekturdesign, das Gebäudemanagement und das Design von Navigationssystemen in Innenräumen.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein vollständig automatisiertes algorithmisches Framework namens ISIGNS (Indoor Sign InteGrated Navigation System) vorgeschlagen, um bestehende Navigationshilfen in Indoor-Navigationsdienste zu integrieren, wobei der Fokus auf Schildern und ihrer Semantik liegt. Die Implementierung von ISIGNS ist äußerst anwendbar, da sie lediglich einen Navigationsgraphen und einen Zeichendatensatz erfordert, der aus den meisten räumlichen Datenbanken für Innenräume abgeleitet werden kann. In einem In-situ-Experiment, bei dem ISIGNS mit menschlichen Teilnehmern evaluiert wurde, zeigte sich das Potenzial, das Navigationserlebnis zu bereichern und die Benutzerfreundlichkeit zu verbessern. Darüber hinaus konnte der vorgeschlagene Ansatz das räumliche Lernen der Teilnehmer signifikant verbessern, insbesondere hinsichtlich des Erwerbs von Wissen über Orientierungspunkte und des Überblicks über eine räumliche Umgebung. Durch die explizite Einbeziehung der Semantik von Schildern lenkt ISIGNS die Aufmerksamkeit auf die Umgebung und nutzt die semantische Natur von Schildern, was zu einer verbesserten räumlichen Wissensbildung führt.

Insgesamt trägt diese Dissertation zu unserem Verständnis des menschlichen Orientierungsverhaltens bei der innerräumlichen Navigation bei. Sie untersucht die Faktoren, die die Entscheidungsfindung beeinflussen, und liefert wichtige Erkenntnisse über die Auswirkungen verschiedener Umweltinformationsquellen auf den Erwerb räumlichen Wissens. Der vorgeschlagene ISIGNS-Rahmen stellt eine äußerst wirksame Lösung dar, um bestehende Navigationshilfen in Indoor-Navigationsdienste zu integrieren. Dadurch wird nicht nur das Navigationserlebnis verbessert, sondern auch das räumliche Lernen gefördert.

TLS target designs compared in terms of center estimation accuracy

Matthias Rosa

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Berndt Neuner, Finn Linzer MSc

Die großen Ansprüche des geodätischen Monitorings resultieren in ebenso große Ansprüche an die verwendeten Zielmarken. Diese werden unter anderem für die Transformation verschiedener Punktwolken aus unterschiedlichen Epochen in ein übergeordnetes Koordinatensystem verwendet, um diese Punktwolken dann vergleichen zu können. Janßen et. al. (2019), Kern et. al. (2010) und Eling (2019) haben bereits Vergleiche

unterschiedlicher Zielmarkendesigns unternommen und durch die Ergebnisse eigene Designs entworfen. Mit diesen Arbeiten als Basis wurden vier Zielmarkendesigns für diese Arbeit ausgewählt (Schachbrett, BOTA-8, weißer Kreis und konzentrische Kreise). Ebenso wurden zwei verschiedene Instrumente verwendet, um herauszufinden, ob die Ergebnisse für unterschiedliche Scanner ähnlich sind (Leica MS60 und Riegl VZ 2000). Um die Ergebnisse miteinander vergleichen zu können wird ein übergeordnetes Koordinatensystem verwendet (Dallinger 2017). Die Transformation vom lokalen Scanner System ins übergeordnete Koordinatensystem erfolgt über eine Helmert Transformation. Zur Bestimmung der Sollkoordinaten der Zielmarkenzentren im übergeordneten Koordinatensystem wurde eine TMS-Messung (Winkel Messungen) mit der Leica MS60 durchgeführt. Die Zielmarkenzentren wurden im Anschluss anhand einer Netzausgleichung geschätzt. Dies führte zu maximalen Standardabweichungen von 0.5 Millimeter.

Zwei Algorithmen wurden für die Bestimmung des Zielmarkenzentrums verwendet. Einerseits der Algorithmus von Janßen et. al. (2019) basierend auf Image-Matching (Schachbrett und BOTA-8) und andererseits der, in dieser Arbeit neu entwickelte, Algorithmus basierend auf Kantendetektion aus Intensitätsbildern und Kreisschätzungen (weißer Kreis und konzentrische Kreise). Im Zuge dieser Arbeit wurden zwei praktische Experimente mit beiden Instrumenten durchgeführt. Eines zur Bestimmung des Einflusses der Distanz zur Zielmarke und eines zur Bestimmung des Einflusses des Einfallswinkels. Das Distanzexperiment zeigte für die MS60 einen leicht quadratisch steigenden Verlauf der Abweichungen zu den Sollwerten mit wachsender Distanz für alle Zielmarken mit Ausnahme der konzentrischen Kreise. Diese Zielmarke zeigt einen leicht steigenden linearen Verlauf und lieferte somit die besten Ergebnisse für diesen Versuch. Für den Riegl VZ 2000 zeigten alle Zielmarken in etwa dieselben Ergebnisse. Allerdings liefern schwarz-weiße Zielmarken deutlich bessere Ergebnisse als grau-weiße Zielmarken. Bei der MS60 spielt diese Wahl keine Rolle. Zusätzlich wurde die Präzision aller Zielmarken für eine Distanz von 15 Meter ermittelt. Diese liegt für die MS60 bei allen unter 0.5 Millimeter. Der Riegl Scanner erreicht diesen Wert nur für das BOTA-8 Design. Das Experiment bezüglich des Einfallswinkels zeigt ähnliche Ergebnisse für alle Zielmarken beider Instrumente. Die einzige Ausnahme dazu ist nur der weiße Kreis, welcher für den Riegl VZ 2000 bei höheren Einfallswinkeln Punktlagefehler größer als 10 Millimetern erreicht.

Aus diesen beiden Experimenten schnitt für die MS60 das Design der konzentrischen Kreise und für den Riegl Scanner das BOTA-8 Design am besten ab. Allerdings kann keine generelle Aussage über das optimale Zielmarkendesign getroffen werden. Ein Grund dafür ist, dass die beiden verwendeten Instrumente bereits zu unterschiedlichen Ergebnissen führten.

Lokale VLBI Messungen an der Station Wettzell

Hannes Sieberer

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2023

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

Bei der Very Long Baseline Interferometry (VLBI) beobachten global verteilte Stationen extragalaktische Radioquellen. Die primäre Beobachtungsgröße ist die Differenz in den Ankunftszeiten der von den Radioquellen ausgesandten Strahlung. Die VLBI ist das einzige moderne geodätische Weltraumverfahren, mit dem alle fünf Erdorientierungsparameter (EOP) bestimmt werden können. In den letzten Jahren wurden vermehrt VLBI Antennen der neuesten Generation (VGOS) errichtet, welche nun gemeinsam mit den älteren Antennen (Legacy) beobachten. Im Zuge dieser Arbeit wurde die Verknüpfung dieser beiden Systeme am geodätischen Observatorium Wettzell in Deutschland untersucht und mit terrestrischen Tachymetermessungen verglichen. Durch immerzu steigende Genauigkeitsanforderungen ist die bestmögliche Verknüpfung dieser beiden Systeme unerlässlich. Für die Auswertung wurden insgesamt 27 lokale Sessions an der Station Wettzell im Zeitraum von 2014 bis 2020 untersucht. Beobachtet wurde jeweils von den drei in Wettzell vorhandenen VLBI Antennen, bei denen es sich um eine Legacy und zwei baugleiche VGOS Antennen handelt. Die Messungen wurden jeweils in Bezug auf ihre lokale Ost-, Nord- und Höhenkomponente untersucht. Beim Vergleich der Tachymetermessungen mit jenen der VLBI fällt auf, dass es vor allem in der Höhenkomponente eine Differenz von etwa 5 Millimetern gibt. Dadurch, dass die älteren und größeren Legacy Antennen bekanntermaßen unter Einflüssen der Gravitation stärker deformiert werden als VGOS Antennen, liegt es nahe, dass diese Differenz aus der Nichtberücksichtigung dieser Effekte resultiert. Je nach Verkippung (Elevation) der Antennen wirkt der Einfluss der gravitativen Deformation dabei unterschiedlich. Da es für die Legacy Antenne in Wettzell zum Zeitpunkt der Auswertung noch kein Modell zur Korrektur dieses Einflusses gab, wurde das Modell der VLBI Antenne in Onsala verwendet, welches bauähnlich zu jenem in Wettzell ist. Nach Verwendung des Modells konnte die Differenz der VLBI Messungen zu den terrestrischen Messungen deutlich verringert werden. Im Mittel beträgt diese in der Höhenkomponente nach der Korrektur der gravitativen Deformation nur noch -0.8 mm. Die Ost- und Nordkomponente sind von den Einflüssen der gravitativen Deformation kaum betroffen, die Mittelwerte vor und nach Verwendung des Modells sind ident (0.1 mm und -0.2 mm).

Untersuchung von 3D-Konfigurationen für Bildgebungsverfahren der Spektralen Induzierten Polarisation

Clemens Moser

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geophysik, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Prof. Dr. Adrian Flores-Orozco, Prof. Dr. Andrew Binley

3D-Verfahren der Induzierten Polarisation (IP) werden gewöhnlich unter Verwendung paralleler 2D-Elektrodenlinien mit Messungen innerhalb der einzelnen Linien durchgeführt. Die Anwendung solcher Messkonfigurationen führt jedoch zu einer verringerten Auflösung zwischen den Linien, was besonders im Falle heterogen verteilter elektrischer Eigenschaften im Untergrund, wie z.B. in Deponien, kritisch ist. Um derartige Probleme zu vermeiden, untersuchen wir im Rahmen dieser Arbeit, wie 3D-Konfigurationen die Auflösung bei Messungen der Spektralen IP verbessern können. Genauer gesagt wurde untersucht, wie gut verschiedene 2D- und 3D-Elektrodenkonfigurationen bei Verfahren der Einzel- und Multi-Frequenz IP die elektrischen Eigenschaften des Untergrundes wiedergeben können. Dazu wurden zuerst die Unterschiede zwischen parallelen 2D-Linien und zwei 3D-Konfigurationen mithilfe einer numerischen Modellierung herausgearbeitet. Als 3D-Konfigurationen wurden eine Grid-Konfiguration, bei der die Elektroden in einem quadratischen Raster angeordnet wurden, sowie eine Kreis-Konfiguration, bei der die Elektroden in vier konzentrischen Kreisen angeordnet wurden, getestet. Um die Konfigurationen unter richtigen Feldbedingungen zu testen, wurden Messungen mit den 2D- und 3D-Konfigurationen im nächsten Schritt in zwei Deponien durchgeführt. Sowohl die Ergebnisse der numerischen Modellierung als auch die Ergebnisse der Feldmessungen zeigen, dass sich bei Messungen mit den parallelen 2D-Linien Artefakte und eine verringerte Auflösung im resultierenden 3D-Modell bilden, besonders im Falle polarisierbarer Anomalien. Im Gegensatz dazu zeigen die Ergebnisse der numerischen Modellierung und der Felddaten, dass 3D-Konfigurationen IP-Anomalien gut detektieren können und so zu einer Verbesserung der Abschätzung der räumlichen Verbreitung von Müll beitragen. Weiters zeigen die Ergebnisse, dass die Raster-Konfiguration mit Messungen über Elektrodenlinien hinweg und verschiedenen Dipolrichtungen bessere Ergebnisse liefert als die Kreis-Konfiguration, die im Zentrum ihrer konzentrischen Kreise eine verringerte Auflösung aufweist. Zusätzliche Untersuchungen der Frequenzabhängigkeit der synthetischen Daten und der Felddaten zeigen, dass 3D-Konfigurationen stabilere Spektren der komplexen Leitfähigkeit liefern als 2D-Konfigurationen. Stabile Spektren sind für eine genaue Schätzung von Parametern, die die Frequenzabhängigkeit beschreiben (z.B. Cole Cole), nötig.

Automation of scan process for shape determination – using robot arm and triangulation scanner

Philip Brandstötter

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Berndt Neuner, Finn Linzer MSc

Die rasante Entwicklung von Laserscannern hat in den letzten Jahren neue Forschungsgebiete erschlossen. Laserscanning liefert durch berührungslose Abtastung von Oberflächen die Grundlage für die Rekonstruktion von Objekten deren Form nicht verfügbar, verloren oder verweigert ist. Auf Roboterarmen montierte Laserscanner ermöglichen die automatisierte Erfassung von Punktwolken für die anschließende Formbestimmung und Rekonstruktion von Objekten.

In dieser Arbeit wird ein automatisierter Scanvorgang für die Erfassung dichter Punktwolken vorgestellt, welcher die Oberflächenrekonstruktion und Posenbestimmung von Objekten mit Hilfe eines Roboterarms und eines getrackten Triangulationsscanners ermöglicht. Mit dieser Arbeit werden zwei Ziele verfolgt.

In erster Linie wurde eine Methode entwickelt, die Objekte automatisiert erkennt, Robotertrajektorien für eine dichte Punktwolkenerfassung erzeugt und deren Oberfläche rekonstruiert. Das Scansystem verfährt zunächst rasterförmig einen vordefinierten Bereich ab, um das Objekt im Sinne einer groben Punktwolke zu detektieren. Auf deren Basis wurden Robotertrajektorien generiert, welche die Abtastung auf optimaler Scandistanz gewährleisten, was zu einer dichten Punktwolke des Objekts führt. Das Verfahren wurde auf fünf Testobjekte angewandt, welche erfolgreich in Form eines 3D-Drucks rekonstruiert wurden. Der Vergleich von originalen und rekonstruierten Objekten zeigt durchschnittliche Abweichungen von weniger als 1 mm für das gewählte Setup. Es wird eine Schrumpfung des 3D-Drucks aufgrund der Abkühlung des Materials angenommen, was zu einer Verkleinerung des Objekts führt. Im Durchschnitt sind die 3D-gedruckten Objekte um bis zu 2 % kleiner als die Originalobjekte. Eine Größenabweichung wird aufgrund der Schrumpfung des 3D-Drucks angenommen.

Das zweite Ziel dieser Arbeit war die automatisierte Posen-Bestimmung von Holzwerkstücken in einem übergeordneten Koordinatensystem auf Basis der entwickelten Methode. Die Definition eines lokalen Objektkoordinatensystems ermöglicht die Bestimmung der Transformationsparameter in Bezug auf dieses übergeordnete System. Die Roboterpfade wurden für Fräs- und Bohroperationen an die Lage des Werkstücks angepasst. Im Zuge einer Messkampagne erreichte die automatisierte Lagebestimmung des Objekts eine

Genauigkeit unter 2 mm in Bezug auf das übergeordnete Koordinatensystem. In Hinblick auf die Durchführung von Fräs- und Bohroperationen wurde dies als ausreichend genau angesehen.

Vergleich von GNSS-RTK Positionierungen auf Basis verschiedener RTCM 3.x Korrekturdatenströme

Arbër Fazliu

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber, Dipl.-Ing. Klaus Gutleiderer

Unter Verwendung von RTK-Echtzeitkinematik-GNSS-Methoden kann eine hohe Genauigkeit in Lage und Höhe erreicht werden. Das Ziel dieser Masterarbeit war die Bewertung von GNSS-RTK-Positionierungsdiensten basierend auf RTCM 3.x-Korrekturstromen.

Die Messungen wurden mit dem EPOSA GNSS Service durchgeführt, das verschiedene landesweite Datenkorrektur-Streams anbietet. Die Messungen wurden in verschiedenen Koordinatenreferenzsystemen wie dem International Terrestrial Reference Frame (ITRF), dem European Terrestrial Reference Frame (ETRF) und dem Militär-Geographischen Institut (MGI), dem nationalen Koordinatenreferenzsystem Österreichs, durchgeführt.

EPOSA bietet zwei Arten von RTCM 3.1-Korrekturstromen; ein Strom unterstützt einzelne meridionale Zonen, die andere versorgt das gesamte österreichische Staatsgebiet. Auf der anderen Seite nutzt die Österreichische Bundesbahn als Partner von EPOSA einen anderen Korrekturstrom, der am besten an den Bereich in Gleisnähe angepasst ist.

Die Messungen wurden in Wien auf dem Dach des TU Wien Campus und in der Nähe von Bahngleisen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass durch den Einsatz von RTK-Echtzeitkinematikverfahren je nach Anwendung hochgenaue Positionen erreicht werden können. Um die über Jahre durch Eisenbahnvermessungen gewonnenen Koordinaten wiederherzustellen, muss der kürzlich erstellte Infra-Grid-Korrekturstrom angewendet werden. Zur Wiederherstellung der vom BEV herausgegebenen Landeskordinaten sollten die regulären Eposa Grid Services verwendet werden.

Andererseits haben die Messungen mit Eposa ETRF89-Diensten und Eposa ITRF 2014-Diensten gezeigt, dass sowohl in der Horizontalen als auch in der Höhe einige cm-Genauigkeit erreicht werden kann. Wie angenommen zeigte sich ein Unterschied von etwa 40 cm zwischen den Koordinatenlösungen von ITRF2014 und ETRF89 aufgrund der Plattenbewegung und des Unterschieds in den Referenzepochen.

Identification of the Driving Dynamics of a Skid-Steered Mobile Robot Based on Geodetic Measurements

Markus Mikschi

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Berndt Neuner, Finn Linzer MSc

Die Fahrdynamik von antriebsgelenkten Fahrzeugen ist aufgrund der inhärenten Notwendigkeit des Traktionsverlusts für kurvenförmige Bewegungen, was zu komplexen Reifen-Boden-Interaktionen führt, schwer zu modellieren. Jedoch sind solche Fahrzeuge aufgrund ihrer robusten, kostengünstigen und wartungsarmen Konstruktion sowie ihrer hervorragenden Geländetauglichkeit gut geeignet für automatisierte Roboter. Eine mögliche Anwendung solcher Roboter ist zum Beispiel Mobile Mapping. Dieses kann von einem präzisen Modell der Fahrdynamik für genauere Zustandsschätzungen zur Georeferenzierung von Messungen und Navigation, als auch für die Systemsteuerung profitieren.

Systemidentifikation ist ein Bereich der angewandten Mathematik, der Modelle dynamischer Systeme auf Basis von gemessenen Eingangs- und Ausgangsdaten des Systems schätzt. Der SINDY-Algorithmus (Sparse Identification of Nonlinear Dynamics) ist eine Methode, die sparse Regression verwendet, um interpretierbare und kompakte Modelle zu identifizieren, die einen Kompromiss aus Modellkomplexität und Prädiktionsgenauigkeit darstellen.

In dieser Arbeit wurde die Eignung des SINDY-Algorithmus für die Systemidentifikation der Fahrdynamik des Clearpath Husky A200 auf Basis geodätischer Messungen getestet. Der Husky A200 ist ein mittelgroßer Roboter für Forschung und Entwicklung und stellt ein Beispiel für ein antriebsgelenktes Roboterfahrzeug dar, welches sich gut für Aufgaben wie Mobile Mapping eignet. Ein Messaufbau mit zwei Lasertrackern zur Datenerfassung wurde erstellt, der die Probleme der Zeitsynchronisation der verschiedenen Systemkomponenten und des Aufrechterhaltens einer ununterbrochenen Sichtlinie zwischen den Lasertrackern und ihrem Zielpunkt während des Fahrens löst.

Eine Abfolge von Vorverarbeitungsschritten zur Berechnung der Eingangsdaten für die Systemidentifikation wurde etabliert. Zeitsynchronisation, Posen-Berechnung und Interpolation sowie Zustandsvektor-Berechnung und Transformation wurden dabei durchgeführt. Die Systemidentifikation mit SINDY wurde erfolgreich durchgeführt, wobei die Integralschreibweise von SINDY und ein umfangreiches Hyperparameter-Tuning eingesetzt wurden. Die Unsicherheit der Positionsschätzung des besten Modells betrug nach einer Integrationszeit von

5 Sekunden 14 cm und die Unsicherheit des Kurswinkels betrug $4,7^\circ$. Diese Ergebnisse zeigen die Eignung von durch SINDY identifizierter Modelle für bestimmte Anwendungen der Zustandsschätzung. Potenzielle Schwächen und Verbesserungsmöglichkeiten des vorgestellten Messaufbaus und der Methodik wurden identifiziert und diskutiert.

Baugesetze der österreichischen Bundesländer und ihre Auswirkungen auf den Kataster

Beatrice Löffler

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2023

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

In dieser Arbeit werden mögliche Auswirkungen der verschiedenen österreichischen Baugesetze auf den Kataster untersucht. Dazu wird – um den Umfang dieser Arbeit zu beschränken – grundsätzlich von einem einfachen Neubauprojekt (Einfamilienhaus im Bauland) ausgegangen und speziell dahingehend die einzelnen Landesgesetze analysiert. Daraus werden für den Beispielfall bundesländerspezifische Prozessabläufe betreffend die Vermessung im Bauverfahren abgeleitet. In weiterer Folge werden qualitative Auswirkungen analysiert und auf die Unterschiede in den Prozessabläufen sowie auf unterschiedliche Definitionen und Anforderungen näher eingegangen. Quantitative Auswirkungen werden durch eine grobe Analyse der Regionaldaten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen abgeschätzt und dargestellt. Durch Interviews mit einzelnen Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen (IKV) sowie einer österreichweiten Umfrage, an der hauptsächlich Architekten und IKVs teilgenommen haben, wird das Bewusstsein für Vermessungsverpflichtungen in den jeweiligen Landesbaugesetzen im Allgemeinen und die aus ihrer Sicht möglichen Konflikt- und Verbesserungsmöglichkeiten zwischen Vermessungs- und Bauwesen im Speziellen näher beleuchtet. Abschließend wird eine Reihe von Verbesserungsmöglichkeiten in den Landesbaugesetzen betreffend die Vermessung aufgezeigt. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Landesbaugesetze Auswirkungen auf den Kataster in Bezug auf die technische Qualität haben können, rechtliche Auswirkungen sind durch die hierarchische Unterordnung der Landesgesetze unter die im Bundesrecht stehenden Gesetze des Katasters ausgeschlossen. Durch eine klare Definition von Vermessungspflichten im Bauverfahren sowie einheitliche Begriffsdefinitionen und Anforderungen könnte die Katasterqualität erhöht werden.

Impact of Urban Area Growth on ASCAT Backscatter Time Series as Depicted by Sentinel-1

Gabriel Stollhof

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Wagner, Dipl.-Ing. Claudio Navacchi, Dipl.-Ing. Sebastian Hahn

Urbane Regionen haben aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften signifikanten Einfluss auf Fernerkundungsdaten. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung des Rückstreuverhaltens in urbanen Gebieten und dessen Auswirkungen auf Datensätze des auf den MetOp Satelliten montierten Advanced Scatterometer Sensors mithilfe von hochauflösenden Daten des C-SAR Sensorsystems der Sentinel-1 Satellitenmission. Hierfür wurden in fünf unterschiedlichen Regionen die Datensätze beider Sensorsysteme zeitlich und räumlich angeglichen und ihre Korrelation berechnet. Drei der fünf Sentinel-1 Datensätze eigneten sich für tieferegehende Experimente, die die Eingrenzung vieler verschiedener Einflüsse auf das Rückstreuverhalten inklusive mehrerer Arten von urbanem Wachstum ermöglichten. Die durchgeführten Experimente und die benutzten Algorithmen ermöglichten keine exakte Quantifizierung des Einflusses von urbanem Wachstum auf die Daten, jedoch war es möglich eine Ausgangsbasis für zukünftige Weiterentwicklungen zu erstellen.

Zuglokalisierung im alpinen Raum unter Anwendung des GALILEO High Accuracy Service

Gerald Bauer

Diplomarbeit: Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2023

Betreuer: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Im Sinne der Sicherheit, Planbarkeit und Kundenorientierung ist es für ein Eisenbahnunternehmen unerlässlich die Standorte seiner Triebfahrzeuge detailliert zu kennen und zu verfolgen. Die ÖBB Infrastruktur, als größtes Eisenbahninfrastrukturunternehmen Österreichs, setzen hierfür bereits heute, neben terrestrischen Methoden, auch GNSS-Verfahren ein. Im Rahmen des Projektes Greenlight wird die Zuglokalisierung durch das differenzielle Messverfahren RTK unterstützt. Nicht zuletzt deswegen ist die ÖBB Infrastruktur Teil und Mitgründer des größten privaten österreichischen RTK-Netzbetreibers EPOSA. RTK-Messungen liefern hochpräzise Echtzeit-Positionsdaten, haben jedoch den Nachteil, dass das Betreiben eines solchen Referenznetzes Computer-,

Netzwerk- und GNSS-Hardwareressourcen voraussetzt. Darüber hinaus decken diese Netze zumeist nur das Gebiet innerhalb der Landesgrenzen ab. Mit der Methode der präzisen Einzelpunktbestimmung (PPP) können Referenznetze und deren Unannehmlichkeiten weitgehend außer Acht gelassen werden, sofern man gewisse Einschränkungen in der Positionierungsgenauigkeit und zeitlichen Verfügbarkeit hinnehmen kann. Für die Anwendbarkeit des PPP werden jedoch präzise Informationen über Satellitenuhren- und Bahnfehler, aber auch andere Abweichungen benötigt. Am 24. Jänner 2023 wurde Phase 1 des Galileo High Accuracy Services (HAS) gestartet. Dieser ist in der Lage die benötigten Korrekturen direkt über das Satellitensignal zu übermitteln, wobei für die generelle Durchführbarkeit mindestens einer und für die rasche Durchführbarkeit mindestens vier das HAS-Signal aussendende Galileo-Satelliten sichtbar sein müssen. Im Zuge dieser Arbeit werden mittels Multi-GNSS-1-Frequenzbeobachtungen (GPS und GLONASS) von auf Triebfahrzeugen fixierten u-blox Empfängern und Simulationen des GPSIE Signalsimulators potenzielle Sichtbarkeiten von Galileo-Satelliten auf topographisch anspruchsvollen Strecken analysiert. Des Weiteren werden am Ende der Arbeit PPP-Lösungen basierend auf u-blox Beobachtungen hinsichtlich ihrer erzielten Genauigkeiten bzw. Abweichungen bei der Zuglokalisierung untersucht.

Eignung von Robotic-Totalstationen zur dynamischen Bauwerksüberwachung

Thomas Moser

Diplomarbeit: Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2023

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

Der Überwachung von bestehenden Ingenieurbauten kommt aufgrund des zunehmenden Durchschnittsalters ebendieser eine immer größere Bedeutung zu. Während noch vor einigen Jahrzehnten deutlich mehr finanzielle Mittel für den Neubau als für die Instandhaltung von Infrastrukturbauten aufgewandt wurden, wendet sich mittlerweile diese Systematik. Aufgrund der hohen Neubaudichte in den 1960er, -70er und -80er Jahren kommt eine kritische Phase im Lebenszyklus dieser Bauwerke auf die Gesellschaft zu. Um die Bauwerke sicher und finanziell effizient betreiben zu können, bedarf es umfassender Überwachung der Infrastruktur.

Unter anderem dazu geeignet ist die Totalstation als Nachfolger des Theodoliten. Für die Bauwerksüberwachung auf Basis von statischen Kennwerten wie Neigung, Verkipfung, Setzung oder Durchbiegung hat sich die Totalstation entweder zur dauerhaften oder epochenweisen Messung bewährt. Oft reichen diese äußeren Parameter der Bauwerkserfassung aber nicht mehr aus, um eine umfassende Analyse des Bauwerkszustandes zu erstellen. Daher kommt den inneren

Parametern eines Bauwerkes immer größere Bedeutung zu. Diese Parameter können zum Beispiel Eigenfrequenz und -form, Dämpfung oder Schwingungsintensität sein.

Mit fortschreitender Entwicklung der Totalstation zur Robotic-Totalstation (RTS) können nicht nur Ziele automatisiert verfolgt, sondern auch Messungen dynamisch durchgeführt werden. Mithilfe dieser dynamischen Beobachtungen ist es möglich, Schwingungen von Objekten zu erfassen und somit Aussagen über den Zustand des Objektes zu treffen. Die dynamische Messung mit RTS kann dazu beitragen, diese Zustandserfassung zu verbessern.

Die RTS als Multisensorsystem ist hinsichtlich ihrer Eignung zur dynamischen Messung bereits erprobt. Allerdings bleiben einige Aspekte dieser dynamischen Anwendung weitgehend unbeachtet. So wird der Einfluss des Ziels auf die dynamische Messung bei unterschiedlichen Distanzen zum Ziel nicht weiter beachtet. Auch die Robustheit der dynamischen Distanzmessung als kritische Komponente der dynamischen Messung, sowie die generelle temporäre Stabilität werden nicht hinreichend untersucht.

In der vorliegenden Arbeit werden an vier verschiedenen Objekten Versuche mit RTS durchgeführt. Im Messlabor des Instituts für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme (IGMS) werden anhand eines Brückenmodells verschiedene Versuche durchgeführt. Dabei wird die Brücke einerseits durch einmalige Anregung in freie Schwingung versetzt, andererseits werden mithilfe eines Shakers verschiedene Schwingungen kontrolliert auf das Modell übertragen. Gemessen wird dabei mit einer Leica TS15 mit einer nominellen Messrate von 10 Hz. Dabei wird deutlich, dass eine Messrate von 10 Hz möglicherweise nicht ausreicht, um Brückenschwingungen vollständig erfassen zu können.

Daher wird bei dem zweiten Versuch anstelle der Leica TS15 eine Leica MS60 als RTS verwendet, wobei die nominelle Messrate 20 Hz beträgt. Die Versuche werden am Messdach des IGMS mithilfe eines Shakers durchgeführt. Dabei werden ein Leica Rund- als auch ein Miniprisma als Ziel verwendet, wie auch unterschiedliche Distanzen zum Ziel getestet. Der Shaker wird dabei in horizontaler und vertikaler Konfiguration betrieben.

Um die Bedingungen und Schwingungen von realen Brückenbauwerken untersuchen zu können, werden auch an der Grazer Augartenbrücke Versuche unternommen. Dabei wird die Fußgängerbrücke einerseits durch natürliche Anregung in Schwingung versetzt, andererseits wird das Bauwerk, durch Springen der zwei messenden Personen auf dem Objekt, angeregt. Außerdem überquert eine Schulklasse die Brücke mehrmals in unterschiedlichen Stilen (gehend, laufend, springend), um verschiedene Amplituden zu erzeugen. Auch bei diesen Versuchen werden ein Leica Mini- und Rundprisma als Ziele für die RTS verwendet.

Als größtes Versuchsobjekt kommt die Tiroler Gschnitztalbrücke zur Anwendung. An der 7-feldrigen Autobahnbrücke wird ein Leica Monitoringprisma an einem Randfeld montiert und dieses mit einer Leica MS60 beobachtet. Dabei ist zu erkennen, dass es durchaus von Vorteil ist, auch eine dynamische Distanzmessung durchzuführen, um Bewegungen in horizontaler Richtung detektieren zu können und so Schlüsse auf das Tragverhalten des Bauwerks zu ziehen.

Aus der Arbeit geht hervor, dass der Einfluss des Zielprismas vor allem bei kurzen Distanzen beachtet werden muss. Anders als angenommen ist die Performance des Leica Miniprismas dabei besser als das eines klassischen Rundprismas. Die Elektronische Distanzmessung bleibt nach wie vor das limitierende Element bei der dynamischen Messung. Hier zeigt sich, dass große Amplituden in Kombination mit kurzen Distanzen die größten Probleme bereiten. Es ist durchaus von Vorteil auch Distanzinformationen der dynamischen Messungen zu erhalten, um das dynamische Verhalten von Bauwerken noch besser erfassen zu können.

Graphdatenbanken zur Netzwerkberechnung von EVU

Mira Höggerl

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe Geoinformation, Technische Universität Graz, 2023
Betreuer: Ass.Prof. Dipl.-Ing. (FH) Dr. Johannes Scholz

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu beantworten, welche Möglichkeiten Graphdatenbanken zur Netzwerkberechnung von Energieversorgungsunternehmen bieten und welche Schritte für eine Überführung der Daten aus einer relationalen Datenbank in eine Graphdatenbank notwendig sind.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde ein qualitativer Vergleich zu den Datenbanksystemen erstens relationale Datenbanken und zweitens Graphdatenbanken durchgeführt, welcher dann bezogen auf den Anwendungsfall von Energieversorgungsunternehmen beurteilt wurde. Es wurde ein Datenmodell für die Überführung der Daten, welche in der Größe ausgewählter Ortsnetze vorliegen, aus einer relationalen Datenbank in die Graphdatenbank Neo4j erstellt. Voraussetzung dafür war eine saubere Topologie im relationalen Datenbanksystem.

Der qualitative Vergleich zeigte, dass beide Systeme Vor- und Nachteile haben, welche stark vom Anwendungsfall abhängen. Jedenfalls eignen sich Graphdatenbanken für Abfragen zu Netzwerkberechnungen, was die Einfachheit der Abfragen im Implementierungsteil der Arbeit belegt.

Analyse der Benützungsarten und Nutzungen des Katasters im Hinblick auf die Verwendbarkeit als Basis für umweltrelevante Analysen – exemplarische Detailuntersuchung der Versiegelung

Dominik Prechtl

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe Geoinformation, Technische Universität Graz, 2023

Betreuer: Mag. Dipl.-Ing. Dr. Ernst Primas

Die Arbeit hat das Ziel, die Hypothese: „Der österreichische Kataster kann als Basis für umweltrelevante Analysen genutzt werden.“, zu untersuchen. Dabei werden im Speziellen die Benützungen und Nutzungsarten nach der Benützungsarten-Nutzungen-Verordnung (BANU – V) analysiert.

Um die Verwendbarkeit und bestehende Limitationen aufzuzeigen, wird im ersten Teil die Qualität des Katasters untersucht. Dabei werden die relevanten Qualitätsmerkmale Georeferenzierung, Aktualität und die Flächengenauigkeit dargestellt. Die Flächenproblematik, die aufgrund historischer Entwicklungen entstanden ist, wird verdeutlicht und zeigt, dass exakte Flächenangaben (0.1 % rel. Flächengenauigkeit) nur in der Gänze vermessenen Grundstücken möglich sind.

Da die Nutzungen eine zentrale Rolle in den Analysen spielen, wird deren historische Entwicklung bis zu den aktuellen Nutzungen dargestellt, um im Anschluss diese aktuellen Nutzungen mit relevanten Umweltindikatoren in Verbindung zu bringen. Dazu wird der Katalog der Umweltindikatoren der Europäischen Umweltagentur und Eurostat untersucht. Diese Untersuchung zeigte 17 mögliche Anwendungen des Katasters für umweltrelevante Analysen. Dabei werden zwei mögliche Beispiele, die Flächeninanspruchnahme und Emission auf Basis der Landnutzungsänderung, näher ausgeführt.

Im letzten Teil wird im Detail untersucht, wie gut Versiegelung vom Kataster abgeleitet werden kann. Dabei findet ein Vergleich mit hochauflösenden Orthofotodaten statt. Dieser Vergleich führte zu der Erkenntnis, dass eine exakte Aussage der Versiegelung (auf dem Grad der Genauigkeit des Grenzkatasters), mit diesen Bilddaten nicht möglich ist. Dies ist hauptsächlich aufgrund der Art der Aufnahme (Verdeckung), der Fall. Es wurde zudem festgestellt, dass für die Versiegelungsanalyse auf Basis des Katasters Werte für den Versiegelungsgrad von teilweise versiegelten Flächen notwendig sind. Die einzige Versiegelungsanalyse die auf Basis des Katasters ohne dieses stattfinden kann, ist für Gebäude. Zudem sind für die Verbesserung der Analyse der Versiegelung auf Basis des Katasters zusätzliche Nutzungen zu den in der BANU-Verordnung vorhandenen Nutzungen notwendig. Diese ergeben sich aus den Detailuntersuchungen aus den Nutzungen in den Testgebieten.

Tool zur Visualisierung ausgewählter Metadaten von Grundstücken im Kataster zum Zwecke qualitativer Analysen

Kevin Thomas Prieler

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe Geoinformation, Technische Universität Graz, 2023

Betreuer: Mag. Dipl.-Ing. Dr. Ernst Primas

Der Kataster bzw. Grundstücks- oder Liegenschaftskataster ist die flächendeckende Dokumentation sämtlicher Grundstücke eines Landes. In einem beschreibenden Teil (Grundstücksverzeichnis) und in Karten (Katastralmappe) werden die geometrische Lage, die Art der Benützungsart und die Größe beschrieben.

Grundstücke werden in zwei Klassen unterteilt:

1. Grundstücke, die sich im rechtsverbindlichen Grenzkataster befinden
2. Grundstücke, die sich im Grundsteuerkataster befinden

Mithilfe des in dieser Arbeit entwickelten Programmes, bestehend aus drei Teilen, werden Qualitätsparameter aus Shape- und Comma seperated Files berechnet, um eine genauere Klassifizierung der Grundstücke zu gewährleisten.

Das Programm wird folgend unterteilt:

1. Erstellen einer räumlichen Beziehung zwischen Punkte-, Linien- und Polygonlayer mithilfe des Programmes ESRI ArcGIS Pro
2. Berechnung der Qualitätsparameter für Grenzpunkte und Grundstücke mit dem Programm Python Anaconda
3. Visualisierung der Qualitätsparameter mit dem Programm ESRI ArcGIS Pro

Aus den berechneten Qualitätsparametern können alle Grundstücke bis auf ein paar Ausnahmen in folgende Klassen unterteilt werden:

1. Grenzpunkte eines Grundstücks nicht vermessen
2. Grenzpunkte eines Grundstücks nicht vermessen, mit Verbesserungspotential von lokalen Grenzpunkten und/oder eines noch nicht eingearbeiteten Geschäftsfalls
3. Grenzpunkte eines Grundstücks teilweise vermessen
4. Grenzpunkte eines Grundstücks teilweise vermessen, mit Verbesserungspotential von lokalen Grenzpunkten und/oder eines noch nicht eingearbeiteten Geschäftsfalls
5. Grenzpunkte eines Grundstücks zur Gänze vermessen, mit keiner Geschäftsfallnummer
6. Grenzpunkte eines Grundstücks zur Gänze vermessen, mit unterschiedlichen Geschäftsfallnummern

7. Grenzpunkte eines Grundstücks zur Gänze vermessen, mit einer Geschäftsfallnummer
8. Grundstück im Grenzkataster

Spatial optimization in the context of antenna positioning for cattle tracking in the Austrian alps

Franz Welscher

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe Geoinformation, Technische Universität Graz, 2023

Betreuer: Ass.Prof. Dipl.-Ing. (FH) Dr. Johannes Scholz

Diese Masterarbeit kommt aus dem Bereich der Geoinformatik. Die behandelten Forschungsfragen sind im Unterbereich der räumlichen Analyse anzusiedeln. Genauer handelt es sich um Standortprobleme. Methodiken aus dem Bereich der räumlichen Analyse versuchen Probleme durch die Verwendung von Informatik zu lösen. Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines räumlichen Optimierungsansatzes zur Platzierung von Antennen in den österreichischen Alpen. Der Ansatz basiert auf vorhandenen Konzepten aus dem Bereich der Geoinformatik und wird an zwei Untersuchungsgebieten getestet. Außerdem werden vier mögliche Problemstellen des Ansatzes untersucht, um seine Stärken und Schwächen zu identifizieren.

Diese Masterarbeit behandelt räumliche Optimierung im Kontext der Beobachtung von Vieh in den österreichischen Alpen. Diese alpinen Landschaften zeichnen sich durch eine hohe Biodiversität aus. Alpine Regionen erfahren verschiedenste Verwendungszwecke durch den Tourismus und die Landwirtschaft. Im Sommer werden Almflächen zum Grasens von Vieh (i.e. Kühe, Schafe etc.) genutzt. Es ist kein Novum, dass es zu Interessenskonflikten (z.B. Kuhattacken auf Touristen) zwischen verschiedenen Nutzergruppen dieser alpinen Regionen kommt. Hier könnte das Echtzeitmonitoren des Viehs zur Lösung der Konflikte beitragen. Das Start-up ViehFinder hat ein System zum monitoren von Vieh mittels Long Range Wide Area Network entwickelt. Das entwickelte räumliche Optimierungsmodell ist ein Maximal Covering Location Problem. Dieses Modell berücksichtigt bei der Auswahl der optimalen Antennenstandorte das limitierte Budget. Im Zuge der Modellentwicklung wurden Einschränkungen festgelegt, die die Anzahl der möglichen Antennenstandorte und das Abdeckungsgebiet reduzieren. Der entwickelte räumliche Optimierungsprozess nutzt GIS-basierte Techniken zur Standortauswahl, Resampling zur Reduzierung der Anzahl der Standorte, und eine Sichtbarkeitsanalyse zur Bestimmung der Servicebereiche der Antennen. Integer Linear Programming (ILP) wird genutzt, um das räumliche Optimierungsproblem zu lösen. Diese Arbeit evaluiert den Optimierungsprozess anhand von zwei Untersuchungsgebieten in den österreichischen Alpen. Außerdem wird das Verhalten und der Rechenaufwand

des Algorithmus anhand verschieden großer Probleminstanzen getestet. Diese Masterarbeit zeigt die Grenzen von ILP für die räumliche Optimierung auf. Des Weiteren wird die Eignung des präsentierten Ansatzes unter Beweis gestellt.

Statistical landslide susceptibility modelling – Chances, challenges and pitfalls of data homogenisation

Anna-Maria Weissinger

Diplomarbeit: Institut für Geographie und Raumforschung, Technische Universität Graz, 2023

Betreuer: Mag. Dr. Christian Bauer

Angesichts der merkbaren Häufung von Extremwetterereignissen in den letzten Jahren gewinnt die Modellierung von Naturgefahren immer mehr an Bedeutung. Ein geomorphologischer Prozess, der besonders durch Starkniederschlagsereignisse begünstigt wird, sind Hangrutschungen. Da diese Prozesse eine Gefahr für den Menschen darstellen können, nimmt die Bedeutung einer zuverlässigen Modellierung der Anfälligkeit für Hangrutschungen stetig zu.

In dieser Arbeit wird eine statistische Modellierung der Anfälligkeit für Hangrutschungen mittels logistischer Regression durchgeführt, wozu sowohl heterogene Rutschungsinventare als auch eine Vielzahl verschiedener erklärender Parameterdatensätze verwendet werden. Aufgrund der Heterogenität aller Eingabedatensätze liegt der Schwerpunkt hierbei auf der Aufbereitung und Homogenisierung der Daten, um eine stichhaltige Modellierung durchführen zu können. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Erstellung gewichteter repräsentativer Stichproben, mit dem Ziel, die homogenisierten Daten in einen Trainings- und einen Validierungsdatensatz aufzuteilen, um eine Verifizierung der Modellierungsergebnisse zu ermöglichen.

Die daraus resultierenden Rutschungsanfälligkeiten können in Anbetracht der für die Modellierung verwendeten Datensätze als plausibel angesehen werden, wobei Ungenauigkeiten in den Eingabedatensätzen die Seriosität der Ergebnisse beeinträchtigen. Problemfelder ergeben sich aus unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten der Eingangsdaten sowie der Heterogenität der verwendeten Rutschungsinventare, wodurch sich mehr Herausforderungen als Chancen ergeben haben.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass konsistente Eingangsdaten für ein aussagekräftiges Ergebnis einer statistischen Modellierung der Anfälligkeit für Hangrutschungen unerlässlich sind. Ein flächendeckendes, ereignisbezogenes Rutschungsinventar mit ausreichenden Zusatzinformationen über Art und Zeitpunkt der Prozesse, sowie zeitlich abgestimmte Parameterdatensätze sind von entscheidender Bedeutung.

Wenngleich dies im Rahmen dieser Arbeit nicht realisiert werden konnte, wird es als wesentlicher Faktor für eine zuverlässige Modellierung der Rutschungsanfälligkeit betrachtet.

Auswertung von X-Band-Doppler-Wetterradar- Daten basierend auf stationsbasierten Niederschlagsmessungen im Zentralraum der Steiermark

Anna Magdalena Gabbert

Diplomarbeit: Institut für Geographie und Raumforschung, Technische Universität Graz, 2023

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Schöner

Das dual-polarimetrische X-Band-Doppler-Wetterradar WR2100 von Furuno sammelt seit Sommer 2019 hochauflösende Daten in der Zentralregion der Steiermark. Das Wetterradar ist im Zentrum von Graz installiert und misst verschiedene Parameter (z.B. Reflektivität sowie verschiedene dual-polarimetrische Größen) in einem Gebiet von 30 km. Um die Radardaten als Niederschlagsmessungen zu verwenden, wird die Niederschlagsmenge (R [mm/h]) anhand der Reflektivität (Z [mm^6/m^3]) auf der Grundlage der empirischen Beziehung $Z = aR^b$ geschätzt. Allerdings unterliegen Wetterradarmessungen dem Einfluss von Strahlblockaden, Clutter und Dämpfung des Radarstrahls. Diese beeinträchtigen die Qualität der Reflektivitätsmessungen. Insbesondere bei X-Band-Radaren mit kurzwelligigen Signalen ist die Dämpfung eine starke Unsicherheitsquelle.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde eine Prozessierungskette für die Furuno WR2100-Daten implementiert. Die Prozessierung der Daten dient dazu, Clutter zu entfernen und die Dämpfung zu korrigieren, um Fehler bei der Niederschlagsschätzung zu reduzieren. Die Implementierung der Datenverarbeitung basiert hauptsächlich auf Funktionen, die von den offenen Python-Bibliotheken wradlib und WRalNfo bereitgestellt werden. Clutter wird mit Hilfe einer Fuzzy-Echoklassifizierung identifiziert. Für die Dämpfungskorrektur wurde die Methode, die auch in der proprietären Furuno WR2100-Software verwendet wird, neu implementiert und mit der komplexeren ZPHI-Methode verglichen. Die quantitativen Niederschlagsdaten wurden dann mit sechs verschiedenen Z-R-Relationen berechnet und mit stationsbasierten Messungen verglichen. Die Analyse umfasst dabei sowohl konvektive als auch stratiforme Niederschlagsereignisse.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine systematische Überschätzung der Radardaten im Vergleich zu den Messungen am Boden vorliegt. Die Analyse der beiden Dämpfungskorrektur-Methoden ergab, dass die ZPHI-Methode leicht besser abschnitt. Für gute Ergebnisse der Dämpfungskorrektur ist eine hohe Genauigkeit der phidp Messungen erforderlich, da beide Methoden

davon abhängen. Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Z-R-Beziehungen festgestellt.

Trennbarkeitsanalyse und Klassifikation von Baumarten mit Sentinel-2 Zeitreihendaten

Flora Kropf

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe Fernerkundung und Photogrammetrie, Technische Universität Graz, 2023

Betreuer: Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Forstwirt Dr. Mathias Schardt

Forstwirtschaftliche Entscheidungen sind abhängig von detaillierten und aktuellen Informationen über Waldbedeckung und vorhandene Ressourcen. Die Sentinel-2 Mission ermöglicht eine großräumige und dennoch kosteneffiziente Anwendung der Fernerkundung auf diesem Gebiet. Die hohe Wiederholrate unterstützt die Zeitreihenanalyse, die dazu beiträgt, die Trennbarkeit von Baumarten zu verbessern. In Kombination mit nichtparametrischen Machine-Learning-Algorithmen, die vieldimensionale multitemporale Daten verarbeiten können, sind verbesserte Klassifizierungsgenauigkeiten von ehemals schwer trennbaren Landbedeckungen möglich.

Ziel dieser Masterarbeit ist die Trennbarkeit von Baumarten mit Sentinel-2 Zeitreihendaten zu untersuchen und eine Klassifizierung mit dem Random Forest Algorithmus durchzuführen. Um die Trennbarkeitsanalyse an die Funktionsweise des gewählten Klassifikators anzupassen, wurde ein selten verwendetes Trennbarkeitsmaß, basierend auf dem Isolation Forest Algorithmus, eingesetzt. Für eine optimale Auswahl an Features zu Klassifizierung, wurde ein iteratives Verfahren auf der Grundlage von Random Forest Importance Maßen und dem Pearson-Korrelationskoeffizienten angewendet. Mit der Kombination von verschiedenen Auswahlen an Features und Parametern des Klassifizierungsalgorithmus wurden sechs Klassifikationen erstellt. Die Qualität der Resultate wurde mit einer flächenbasierten Validierung mit unabhängig erstellten Validierungsdaten beurteilt. Die Ergebnisse dieser Arbeit sprechen für den Einsatz von Zeitreihendaten. Allerdings zeigt sich, dass eine optimale Auswahl gegenüber der Verwendung aller verfügbaren Features vorzuziehen ist. Trennbarkeitsanalyse und Validierung zeigen außerdem, dass Daten aus heterogenen und ungleichmäßig dichten Wäldern mit verschiedenen Baumarten in unterschiedlichen Entwicklungsstadien selbst für überlegene Klassifikatoren eine Herausforderung darstellen.

Recht und Gesetz

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

Berichtigung des Grenzkatasters; § 13 VermG iVm § 57 Abs. 9 VermG

Wurde innerhalb der sechsmonatigen Frist des § 57 Abs. 9 VermG kein Rechtsmittel erhoben, ist die Einverleibung in den Grenzkataster rechtskräftig. Einwendungen über Fehler im Umwandlungsverfahren, Fragen der Auslegung von Parteierklärungen und die Prüfung von Willensmängel können nicht mehr Gegenstand eines Berichtigungsverfahrens nach § 13 VermG sein.

(BVwG, 24.02.2023, W138 2248564-1)

Sachverhalt:

Mit Bescheid des VermA wurde 2004 das Grundstück XXXX vom Grundsteuernkataster in den rechtsverbindlichen Grenzkataster umgewandelt. Der Bescheid erwuchs in Rechtskraft. Unstrittig wurde der Bescheid der Eigentümerin des angrenzenden Grundstücks – der Voreigentümerin des nunmehrigen Beschwerdeführers – nicht zugestellt.

Das gegenständliche Grundstück wurde im AVerm Nr. 3/2012 im Rahmen der Kundmachung aller im Rahmen der Inbetriebnahme der neuen Grundstücksdatenbank elektronisch umgeschriebenen Grundstücke gemäß § 57 Abs. 9 VermG als Grundstück des Grenzkatasters kundgemacht. Innerhalb von sechs Monaten nach dieser Kundmachung wurde von den betroffenen Eigentümern kein Rechtsmittel oder Rechtsbehelf hinsichtlich der Richtigkeit der Grenzkatastereigenschaft des umgewandelten Grundstücks erhoben.

Mit Schriftsatz vom 25.03.2021 beantragte der Beschwerdeführer die Berichtigung des Grenzkatasters bezüglich des verfahrensgegenständlichen Grundstücks. Das VermA hat den Antrag abgewiesen. In der Beschwerde an das BVwG wird ausgeführt, dass die Niederschrift und Zustimmungserklärung nur als Grundlage für die Erstellung eines Lageplans mit gesicherten Grenzen (Mappenberichtigung) und die Erstellung eines Teilungsplans gedient habe und nicht für die Erstellung eines, das gesamte Grundstück mit allen Grenzen erfassenden Lageplans zur Umwandlung in den Grenzkataster. Der Beschwerdeführer bezieht sich zur Begründung, warum die Vermessung der Grenze zwischen XXXX und XXXX sachlich nicht zu rechtfertigen sei, auf diverse Vorpläne.

Aus der Begründung des BVwG:

Die Einverleibung des Grundstücks XXXX in den Grenzkataster steht mit den Grundlagen, dem der Umwandlung zugrundeliegenden Plan XXXX, in Einklang. Fest steht für das erkennende Gericht auch, dass die Einverleibung des Grundstücks XXXX in den Grenzkataster an keiner sonstigen Fehlerhaftigkeit im Sinne des § 13 Abs. 1 VermG leidet.

Die Umschreibung des an das Grundstück des Beschwerdeführers angrenzenden Grundstücks wurde im AVerm 3/2011 kundgemacht. Innerhalb von sechs Monaten nach erfolgter Kundmachung im AVerm bestand für die betroffenen Eigentümer (sowohl für die Eigentümer des Grenzkatastergrundstückes als auch aufgrund der wechselseitigen Verbindlichkeit der Grundstücksgrenze für die angrenzenden Nachbarn) die Möglichkeit, Rechtsmittel oder Rechtsbehelfe hinsichtlich der Richtigkeit der Grenzkatastereigenschaft zu erheben. Nach Ablauf der sechsmonatigen Frist gilt die Umschreibung der Grenzkatastergrundstücke als richtig und rechtsverbindlich. Es besteht dann im Sinne der Rechtssicherheit keine Möglichkeit mehr, die Eigenschaft eines umschriebenen Grenzkatastergrundstückes durch ein Rechtsmittel oder Rechtsbehelfe zu bekämpfen. Die Berichtigung eines technischen Fehlers mit § 13 VermG wird dadurch aber nicht berührt (*EB 1686 BldNR 24.GP*).

Den erläuternden Bemerkungen ist zu entnehmen, dass aufgrund der Bestimmung des § 57 Abs. 9 VermG nach Ablauf von sechs Monaten ab der Umschreibung, welche Frist im gegenständlichen Fall seit geraumer Zeit verstrichen ist, lediglich die Berichtigung eines technischen Fehlers mit § 13 VermG möglich sein soll.

Entsprechend dem Erkenntnis des VwGH vom 18.10.2001, 2000/06/0022, bietet § 13 Abs. 1 VermG lediglich die Möglichkeit der Berichtigung des Grenzkatasters aus formellen Gründen. Dies kommt etwa dann in Frage, wenn die Eintragung im Grenzkataster und die ihr zugrundeliegende Urkunde divergieren. Es können somit etwa Fehler, die im Bereich der Behörde bei der Übertragung von Daten der zugrundeliegenden Urkunden in den Grenzkataster unterlaufen sind, korrigiert werden. Ein solcher Fall liegt gegenständlich nicht vor.

Es können bei dem Berichtigungsverfahren nach § 13 Abs. 1 VermG jedoch nicht Fehler, die im Zuge der Erstellung von Grundlagen für den Grenzkataster (zum Beispiel bei der Erstellung von planlichen Darstellungen oder bei Berechnungen durch Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen unterlaufen sind) berichtigt werden. Es ist nämlich die Vermessungsbehörde im Rah-

men eines Berichtigungsverfahrens nach § 13 VermG nicht befugt, die (materielle) Richtigkeit der Grundlage zu überprüfen. Der VwGH hat in seinem Erkenntnis vom 27.01.2011, 2010/06/0229 zu § 13 VermG ausgeführt: „Die im Grenzkataster einverlebten Grenzen sind gem. § 8 Z 1 VermG hinsichtlich ihres Verlaufes verbindlich (weil der Grenzkataster hiefür einen verbindlichen Nachweis liefert). Damit ist auch ein Vertrauensschutz verbunden.“

Entsprechend der Judikatur des Verwaltungsgerichtshofes und des Verfassungsgerichtshofes bestehen somit für Grenzen, welche im Grenzkataster einverleibt wurden, ein Vertrauensschutz und eine Bestandsgarantie. Würde man Grenzen, welche im Grenzkataster einverleibt wurden, beliebig oft und viele Jahre später abändern können, weil zum Beispiel Fehler in der der Eintragung zugrundeliegenden Urkunde erkannt werden, würde dies dem Grundgedanken des Vertrauensschutzes und der Bestandsgarantie widersprechen. Rechtsunterworfenen stünden dann etwa neben dem finanziellen Schaden vor dem Problem, dass Abstandsvorschriften nach den Bauordnungen möglicherweise nach Durchführung der Änderung nicht mehr eingehalten würden.

Wie im gegenständlichen Fall vom Gericht festgestellt wurde, stimmen die Eintragungen im Grenzkataster bezüglich des Grundstückes XXXX mit den Grundlagen, nämlich dem Teilungsplan XXXX überein. Ein technischer Fehler im Sinne der erläuternden Bemerkungen (1686 BlgNR 24.GP) zu § 57 Abs. 9 VermG liegt gegenständlich nicht vor. Die sonstigen, vom Beschwerdeführer aufgezeigten angeblichen Ungereimtheiten im Zusammenhang mit der Erstellung des gegenständlichen Teilungsplanes hätten spätestens bei der Umschreibung im Jahr 2012, innerhalb der sechsmonatigen Frist aufgegriffen werden können. Da innerhalb dieser Frist kein Rechtsmittel erhoben wurde, ist die Einverleibung des Grundstückes XXXX in den Grenzkataster rechtskräftig geworden und das Vorbringen des Beschwerdeführers in Bezug auf materielle Fehler im Umwandlungsverfahren somit in diesem Verfahren nicht mehr relevant.

Zuletzt ist darauf hinzuweisen, dass sich die Ausführungen des Beschwerdeführers im Wesentlichen auf angebliche Fehler aufgrund von nicht berücksichtigten älteren Plänen im Rahmen des Umwandlungsverfahrens und auf eine Übergehung seiner Rechtsvorgängerin im Jahr 2004 beziehen. Da die Umwandlung in den Grenzkataster aus dem Jahr 2004 jedoch aufgrund der Umschreibung im Jahr 2012 (Verordnung BGBl. II. 143/2012, am 07.05.2012) auch gegenüber der übergangenen Voreigentümerin des Beschwerdeführers in Rechtskraft erwachsen ist, konnte auf dieses Vorbringen nicht näher eingegangen werden, da etwaige materielle Fehler oder Fragen der Auslegung von Parteienerklärungen und die

Prüfung von Willensmängeln nicht Gegenstand eines Berichtigungsverfahrens nach § 13 VermG sein können.

Zustimmungserklärung; Irrtumsanfechtung; § 43 Abs. 6 VermG und § 871 ABGB

Nach § 871 ABGB macht Irrtum über den Sinn einer Erklärung diese nicht nur nicht absolut nichtig, sondern ermöglicht selbst die Anfechtung nur, wenn besondere Voraussetzungen vorliegen. Das ABGB stellt das Interesse des Erklärungsempfängers an der Wirksamkeit der Erklärung, wie er sie verstehen musste, höher als das Interesse des Erklärenden, nicht an ein ungewolltes oder nicht in dieser Weise gewolltes Geschäft gebunden zu sein.

(BVwG, 19.04.2023, W138 2250764-1)

Sachverhalt:

Mit Bescheid des VermA wurden die Gst. XXX vom Grundsteuerkataster in den Grenzkataster umgewandelt. Gegen diesen Bescheid erhob ein Anrainer fristgerecht Beschwerde. Darin wird zusammengefasst ausgeführt, dass die Grenzsteine zu dem Nachbargrundstück eingepflügt und seither nicht mehr aufgefunden worden seien. Seine Einwände, Argumente und Belege seien größtenteils nicht beachtet und die Grenzpunkte einfach markiert worden, ohne diese richtig zu vermessen. Vorbringen der Parteien seien nicht protokolliert worden.

Das BVwG hat erwogen:

Grundlage für die Umwandlung bildet der Plan des VermA. Die Grundstücke und deren Grenzverlauf sind im Plan dargestellt. Die Zustimmungserklärungen der betroffenen Eigentümer, insbesondere jene des Beschwerdeführers (BF) zu den Grenzen der umzuwandelnden Grundstücke liegen vor. Der Leiter der Grenzverhandlung hat eingangs der Verhandlung über die rechtlichen Rahmenbedingungen und über den Gegenstand der Verhandlung aufgeklärt. Zu diesem Zeitpunkt war der BF anwesend. Dem BF wurde erläutert, welche Bedeutung einer Unterschriftsleistung zukommt und was Gegenstand der Verhandlung ist. Nach Diskussionen kam es schließlich zu einem Kompromiss über den Grenzverlauf und der BF leistete die Unterschrift auf der Zustimmungserklärung.

Sowohl der Leiter des VermA als auch die als Zeugin einvernommene Antragstellerin gaben in der mündlichen Verhandlung vor dem BVwG glaubhaft und übereinstimmend an, dass der BF das Protokoll der Grenzverhandlung nach Begehung bzw. Vorzeigen der Grenzpunkte, nach Diskussionen und der Erzielung einer Einigung in Form eines Kompromisses über den Grenzverlauf unterzeichnet hat. Der BF gab auch selbst in der mündlichen Verhandlung an, dass er die Zustimmungserklärung, wenn auch seiner Ansicht nach irrtümlich, widerwillig

und „um es hinter sich zu bringen“ unterzeichnet hat. Nach Aussage des BF ist es bei allen Grenzpunkten im relevanten Bereich zu einem Kompromiss gekommen.

Daher sind die gesetzlichen Voraussetzungen für eine Umwandlung gegeben und die Umwandlung ist daher zu Recht im angefochtenen Bescheid verfügt worden.

Weiters wird festgehalten, dass es sich bei der Festlegung eines gemeinsamen Grenzverlaufes zwischen zwei Grundstücken um eine zivilrechtliche Vereinbarung, einen Vertrag, handelt (VwGH vom 9.9.1999, 98/06/0125). Sollten die Beschwerdeführer, welche die Zustimmungserklärung unterfertigten, der Ansicht sein, dass sie bei Abgabe ihrer Zustimmungserklärung zum Grenzverlauf einem Irrtum unterlegen waren, so kann dies nur im Weg einer gerichtlichen Anfechtung dieser Erklärung wegen Irrtums geltend gemacht werden. Die Frist zur Geltendmachung eines Irrtums beträgt 3 Jahre ab Vertragsabschluss, bzw. ab Zugang einer einseitigen Willenserklärung an den Empfänger. Nicht entscheidend ist, wann der Irrtum entdeckt, bzw. aufgedeckt wurde. Der Anspruch auf Anfechtung eines Vertrages wegen List verjährt in 30 Jahren. Dass der Beschwerdeführer die Zustimmungserklärung nur widerwillig, nach einem Kompromiss und um „es hinter sich zu bringen“ unterzeichnet hat, ändert nichts an deren rechtlichen Verbindlichkeit.

Zustimmungserklärungen im Sinne des § 43 Abs. 6 VermG sind Willenserklärungen, auf die gemäß § 876 ABGB die Vorschriften der §§ 869 bis 875 ABGB Anwendung finden (VwGH 15.09.2009, 2007/06/0317). Nach § 871 ABGB macht Irrtum über den Sinn einer Erklärung diese nicht nur nicht absolut nichtig, sondern ermöglicht selbst die Anfechtung nur, wenn besondere Voraussetzungen vorliegen. Das ABGB stellt das Interesse des Erklärungsempfängers an der Wirksamkeit der Erklärung, wie er sie verstehen musste, höher als das Interesse des Erklärenden, nicht an ein ungewolltes oder nicht in dieser Weise gewolltes Geschäft gebunden zu sein. Es ist also die Berufung auf einen Willensmangel welcher Art immer nur dort wirksam, wo das Gesetz dies besonders gestattet; in den im Gesetz unregelmäßig ist für die Gültigkeit der Erklärung zu entscheiden. (Twaroch, Kataster- und Vermessungsrecht, Anm 37 zu § 43 VermG).

Zustimmungserklärung; gerichtlicher Vergleich

Die Zustimmung der Eigentümer der angrenzenden Grundstücke ist nicht erforderlich, wenn der Verlauf der betreffenden Grenze durch eine rechtskräftige gerichtliche Entscheidung verbindlich festgelegt wurde.

(BVwG, 26.04.2023, W138 2262336-1)

Sachverhalt:

Mit Bescheid des VermA wurde das Grundstück XXX von Amts wegen vom Grundsteuerkataster in den Grenzkataster umgewandelt. Begründend wurde ausgeführt, dass der Beschluss des Grundbuchsgerichtes für diesen Plan vorliegen würde. Sämtliche Zustimmungserklärungen der betroffenen EigentümerInnen bzw. deren VertreterInnen zu den Grenzen der umzuwandelnden Grundstücke würden vorliegen. Die gesetzlichen Voraussetzungen seien daher gegeben und die Umwandlung zu verfügen.

Gegen diesen Bescheid erhoben die Beschwerdeführer (BF) Beschwerde. Darin werden zusammengefasst Mängel im Zuge des Grundstücktausches, des gerichtlichen Vergleichs und der Grundstücksteilung moniert.

Mit Beschwerdeentscheidung des VermA wurden die Beschwerden abgewiesen. Gegen die Beschwerdeentscheidung wurde fristgerecht ein Vorlageantrag eingebracht. Im Vorlageantrag haben die BF umfangreiches inhaltliches Vorbringen erstattet.

Aus der Begründung des BVwG:

Die Grenzen des umzuwandelnden Grundstücks wurden mit dem rechtswirksamen gerichtlichen Vergleich des BG Fürstenfeld GZ XXX festgelegt. Im genannten Vergleich wurde der Grenzverlauf des umzuwandelnden Grundstücks verbal beschrieben und wurde diese verbale Beschreibung in der zeichnerischen Darstellung in der Vermessungsurkunde, PlanverfasserIn XXXX ZT GmbH, korrekt umgesetzt.

Aufgrund des rechtswirksamen gerichtlichen Vergleiches war eine neuerliche Einholung von Zustimmungserklärungen der Eigentümer des umzuwandelnden Grundstücks und der angrenzenden Grundstücke zum Verlauf der Grenze nicht erforderlich.

Die Zustimmung der Eigentümer der angrenzenden Grundstücke ist nicht erforderlich, wenn der Verlauf der betreffenden Grenze durch eine rechtskräftige gerichtliche Entscheidung verbindlich festgelegt wurde. Dies ist im gegenständlichen Fall der rechtswirksame Vergleich. Das umfangreiche Vorbringen der BF geht daher ins Leere (Twaroch, Kataster- und Vermessungsrecht, NWV, 3. überarbeitete Auflage, Rz 28 zu § 43; Burtscher/Holler/Müller-Fembeck/Stix, Das österreichische Vermessungsrecht, Manz, 5. Auflage, Rz 33 zu § 43).

Der gerichtliche Vergleich umfasst die Grenzen des Grundstücks XXX zur Gänze. Alle Zustimmungserklärungen der angrenzenden Eigentümer zum Verlauf der Grenze wurden im Zuge des gerichtlichen Vergleiches abgegeben. Der diesen Vergleich korrekt umsetzende Plan wurde mit Beschluss des Grundbuchsgerichtes durchgeführt.

Die Umwandlung war somit rechtmäßig.

Rechtliches Interesse auf Einsicht in das Personenverzeichnis des Grundbuchs; § 5 Abs 4 GUG

Der Presse kann aufgrund der Wahrnehmung öffentlicher Interessen ein rechtliches Interesse auf Information durch Einsicht in das Personenverzeichnis im Sinn des § 5 Abs 4 GUG zustehen.

OGH 05.12.2022, 5 Ob178/22w

Der Antragsteller – ein ORF-Journalist – begehrte Auskunft aus dem Personenverzeichnis des Grundbuchs betreffend Grundstücksnummern und zugehörige Katastralgemeinden der Grundstücke in Österreich zu den von ihm namentlich unter Anschluss der Geburtsdaten genannten Personen. Er begründete dies mit der Öffentlichkeit des Grundbuchs und seinem rechtlichen Interesse daran im Sinn des § 5 Abs 4 GUG. Er sei im Rahmen journalistischer Recherche als „public watchdog“ tätig und dabei zu recherchieren, wie bzw. ob die verhängten Sanktionen aufgrund des Kriegs in der Ukraine in Österreich umgesetzt werden und ob es über die sanktionierten Personen hinaus exorbitante russische Vermögenswerte gebe.

Das Erstgericht wies das Einsichtsbegehren mangels rechtlichen Interesses ab, das Rekursgericht bestätigte diese Entscheidung. Der OGH gab dem Revisionsrekurs teilweise Folge.

Der OGH trug dem Erstgericht hinsichtlich sechs auf der „Sanktionsliste“ der EU stehender Personen auf, dem Antragsteller Abschriften und Mitteilungen aus dem Personenverzeichnis des Grundbuchs, insbesondere die Grundstücksnummern und zugehörigen Katastralgemeinden ihrer allfälligen Grundstücke in Österreich mitzuteilen. Hinsichtlich dieser Personen überwiege das Interesse der Presse am Erhalt der begehrten Informationen das Recht auf Datenschutz der im Grundbuch eingetragenen, von den EU-Sanktionen erfassten Personen, zumal es um die für die öffentliche Diskussion wesentliche Kenntnis geht, ob Österreich die Sanktionen (ausreichend) mitträgt.

Die gebotene verfassungskonforme Auslegung des Rechtsbegriffs des rechtlichen Interesses in § 5 Abs 2 Satz 2 GUG verlangt, auch den auf Art 10 Abs 1 EMRK beruhenden Informationsanspruch der Presse darunter

zu subsumieren. Allerdings erfordert § 5 Abs 4 GUG die Darlegung eines konkreten öffentlichen Interesses an der Informationsbeschaffung. Nach der Rechtsprechung des EGMR ist von einem derartigen öffentlichen Interesse etwa dann auszugehen, wenn die Offenlegung unter anderem für Transparenz über die Art und Weise der Führung von Amtsgeschäften und über Angelegenheiten sorgt, die für die Gesellschaft als Ganze interessant sind.

Hinsichtlich der weiteren genannten Personen, die entweder gar nicht mit Sanktionen belegt wurden oder nur von Staaten außerhalb der Europäischen Union, wurde die Abweisung des Einsichtsanspruchs bestätigt. Aus welchen Gründen sie als „ähnlich exponiert“ wie die mit Sanktionen der EU belegten Personen anzusehen wären, ließ sich aus dem Antrag nicht ausreichend ableiten. Der Hinweis auf Immobilienbesitz in Österreich reichte dafür nicht. Inwiefern die Art und Weise der Führung von Amtsgeschäften durch österreichische Behörden betreffend diese Personen überhaupt zur Diskussion stehen könnte, war nicht nachvollziehbar. Insoweit fehlte es an der ausreichenden Darlegung eines öffentlichen journalistischen Interesses an der Einsicht ins Personenverzeichnis.

Quelle: www.ogh.gv.at/entscheidungen

Umfang der Freiheitsersitzung bei der Dienstbarkeit eines Bauverbots

Wird der Dienstbarkeit eines Bauverbots zuwidergehandelt und erhebt der Dienstbarkeitsberechtigte drei Jahre lang keine Klage, so führt dies zum gänzlichen Untergang der Dienstbarkeit nach § 1488 ABGB.

OGH 25.01.2023, 8 Ob 74/22y

Im Lastenblatt der Liegenschaft der Klägerin ist zugunsten jener des Beklagten die „Dienstbarkeit der Nichtverbauung [...] gem Pkt Fünftens des Kaufvertrags 1960-02-05“ eingetragen. Durch den Kaufvertrag hatten sich die Rechtsvorgänger der Klägerin (Käufer) gegenüber den Rechtsvorgängern des Beklagten (Verkäufer) verpflichtet „das Vertragsobjekt als Lagerplatz in Benützung zu nehmen und niemals in Bauplätze umzuwandeln“.

Die dienende Liegenschaft wurde als Lagerplatz benützt, zudem wurden auf ihr aber diverse Baulichkeiten errichtet, unter anderem ca 1962 ein Lagerraum und ein Lagerschuppen, 1969 eine Abstellhalle und 1974 eine Betonmischanlage.

Die Klägerin begehrte mit ihrer Klage zwischen den Parteien festzustellen, dass bei ihrer Liegenschaft keine Dienstbarkeit der Nichtverbauung mehr bestehe und den Beklagten schuldig zu erkennen, in die grundbücherliche Löschung der Dienstbarkeit einzuwilligen. Es sei Freiheitsersitzung eingetreten.

Der Beklagte beantragte die Abweisung der Klage.

Das Erstgericht gab der Klage nur teilweise statt. Für die Bebauung mit Lagerhallen und dergleichen habe das Bauverbot nach der Auslegung des Vertrags durch das Erstgericht von Anfang an nicht gegolten. Hinsichtlich der Errichtung von Anlagen zur Produktion von Beton und Betonteilen habe die Klägerin die Freiheit ersessen. Hinsichtlich anderer Baulichkeiten als Lagerhallen und Betonproduktionsanlagen bestehe das Bauverbot weiterhin.

Das Berufungsgericht änderte das Urteil dahin ab, dass es der Klage vollinhaltlich stattgab.

Der Oberste Gerichtshof bestätigte dieses Urteil und führte dazu unter anderem aus:

Nach § 1488 ABGB verjährt das Recht der Dienstbarkeit durch den Nichtgebrauch, wenn sich der verpflichtete Teil der Ausübung der Servitut widersetzt und der Berechtigte durch drei aufeinander folgende Jahre sein Recht nicht geltend macht (Freiheitsersitzung). Auch Servituten (Dienstbarkeiten), die nur ein Unterlassen zum Gegenstand haben („negative Servituten“), unterliegen dieser Vorschrift. Eine solche Servitut stellt die Dienstbarkeit, das eigene Grundstück nicht zu bebauen, dar.

Für die Auslegung des Dienstbarkeitsbestellungsvertrags ist grundsätzlich der Wortlaut der Urkunde maßgeblich. Ein vom Wortlaut abweichender übereinstimmender Parteiwille kam im Verfahren nicht hervor. Es ist daher davon auszugehen, dass es verboten war, den Grund wie auch immer zu bebauen, auch nicht mit einem Lagerschuppen und dergleichen. Ein Lagerplatz ist nämlich nach allgemeinem Sprachgebrauch ein „Platz zum Lagern (oder Rasten oder Übernachten) im Freien“.

Die Freiheit von der Dienstbarkeit der Nichtbebauung wurde zur Gänze ersessen. Bei einer Bebauung einer Liegenschaft entgegen einem bestehenden Bauverbot wird nämlich dieses zur Gänze verletzt und „widersetzt“ sich demnach der Verpflichtete zur Gänze der Servitut iSd § 1488 ABGB. Anzunehmen, dass bei Verletzung einer negativen Servitut wie dem Bauverbot oder der Servitut, nicht höher zu bauen, nur eine teilweise Freiheitsersitzung stattfände, hätte zur Konsequenz, dass hier eine gänzliche Freiheitsersitzung überhaupt nie stattfinden könnte, zumal grundsätzlich immer noch beschwerlicher bzw. immer noch höher gebaut werden kann. Dies stände mit der ständigen Rechtsprechung, dass § 1488 ABGB auch für negative Servituten gilt, in Widerspruch.

Der Gesetzgeber geht lege non distinguente davon aus, dass jede Servitut nach § 1488 ABGB zur Gänze erlöschen kann.

Ist dem Servitutberechtigten die konkrete Bebauung gleichgültig, so steht es ihm frei, mit dem Servitutverpflichteten eine entsprechende Einschränkung des Bauverbots zu vereinbaren. Ohne eine solche Vereinbarung führt sein Hinnehmen des bauverbotswidrigen Zustands über mehr als drei Jahre ohne Erhebung der Klage aber zum Rechtsverlust nach § 1488 ABGB. Der Abschluss einer solchen Vereinbarung kann dem festgestellten Sachverhalt nicht entnommen werden.

Quelle: www.ogh.gv.at/entscheidungen

Im Wald muss mit Bäumen gerechnet werden

Wer ein Grundstück samt Gebäude mitten im Wald erworben hat, kann nicht – gestützt auf § 364 ABGB – die Beseitigung des Waldes fordern.

OGH 28.03.2023, 4 Ob 44/23h

Die Klägerin hatte 2014 eine mittelalterliche Burganlage mitten im Wald erworben, der zu diesem Zeitpunkt bereits jahrzehntelang teils bis an die Burgmauern herangewachsen war; die umstehenden Bäume waren schon beim Ankauf zwanzig Meter und mehr hoch.

Grundsätzlich kann ein Grundstückseigentümer einem Nachbarn die von dessen Bäumen oder anderen Pflanzen ausgehenden Einwirkungen durch den Entzug von Licht oder Luft insoweit untersagen, als diese das nach den örtlichen Verhältnissen gewöhnliche Maß überschreiten und zu einer unzumutbaren Beeinträchtigung der Benutzung des Grundstücks führen (§ 364 ABGB).

Der Oberste Gerichtshof teilte aber die Ansicht der Vorinstanzen, dass sich die Klägerin als neu hinzugekommene Nachbarin mit der im Gebiet vorherrschenden Situation abfinden muss und nicht gegen die Beschattung ihres seit jeher im Wald liegenden Bauwerks wehren kann. Er erteilte auch der Ansicht der Burgherrin eine Absage, wonach sie nicht mit „unbegrenztem Wachstum“ der Bäume bis zur „maximalen Wuchshöhe“ habe rechnen müssen. Sonderfälle wie etwa die Gefährdung von Personen und Sachen durch Starkastüberhänge infolge mangelhafter Pflege des Baumbestandes oder eine unbegrenzte waldwuchsartige Verwilderung in einem zuvor mit Jungbäumen gartenmäßig gestalteten geschlossenen Siedlungsgebiet lagen hier nicht vor.

Quelle: www.ogh.gv.at/entscheidungen

Österr. Vermessungs-Know-How im internationalen Kontext

Wolfgang Katrycz: Inertialtechniker aus Leidenschaft



Geboren 1969 in Wien, studierte ich von 1989 bis 1997 Vermessungswesen an der TU Wien. Im Studienjahr 1992/93 war ich bei Prof. Karl Kraus und Prof. Peter Waldhäusl als Tutor am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung tätig. Die darauffolgenden drei Sommermonate verbrachte ich mit Vermessungsarbeiten an der Ausgrabungsstätte Ephesos für das Österreichische Archäologische Institut. Direkt im Anschluss bis zum Beginn des Wintersemesters 1995 war ich Studienassistent bei Prof. Heribert Kahmen am Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie der TU Wien. Das Studium schloss ich mit einer Arbeit zu ausgleichenden Kegelflächen bei Univ.-Doz. Thomas Wunderlich ab.

Anschließend arbeitete ich auf Werkvertragsbasis im Vermessungsbüro Dr. Gerhard Palfinger in Mödling. Inhalt der Arbeit waren Digitalisierungsarbeiten zur Erstellung eines Wasserleitungsplanes.

Ende April 1998 trat ich eine Stelle als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der Technischen Universität Braunschweig bei Prof. Wolfgang Niemeier an, die meinen weiteren beruflichen Werdegang entscheidend prägen sollte. Unvergessen der Umzug mit Kind, Lebensgefährtin und Katze im Schlafwagenabteil von Wien über Hannover in die Stadt Heinrichs des Löwen.

Meine Tätigkeit war Teil des Sonderforschungsbereiches 477¹⁾ mit dem Titel „Sicherstellung der

1) <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/5482117?context=projekt&task=showDetail&id=5482117&>

Nutzungsfähigkeit von Bauwerken mit Hilfe innovativer Bauwerksüberwachung“, der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert wurde und insgesamt über 20 Teilprojekte umfasste. Das Ziel war „die Nutzungsdauer von Bauwerken beträchtlich zu verlängern oder Umnutzungen zuzulassen, die nach den üblichen Regeln nicht möglich wären“. Dabei wurde die „große Breite an Bauwerken [...] durch die Einbeziehung von Bauwerken aus dem konstruktiven Ingenieurbau und durch Deponie-Bauwerke beispielhaft abgedeckt“. Wir, die geodätischen Mitarbeiter, sollten dabei den Deponiebauwerken mit innovativen Messmethoden zur dreidimensionalen Vermessung im Äußeren und – so irgendetwas möglich – auch im Inneren zu Leibe rücken.

Meine Aufgabe bestand in der dreidimensionalen Deformationsmessung von Drainagerohren in bestehenden Deponiebauwerken. Diese herausfordernde Problemstellung sollte mich unweigerlich in die Welt der autarken Messsysteme einführen, der Inertialvermessung. Damit ist die Messung ohne Sicht- oder Funkkontakt zur Außenwelt gemeint, die alleine auf der Erfassung der Abweichungen des Sensorbezugssystems von einem Inertialsystem beruht. Im Grunde läuft dies auf die Messung von drei Beschleunigungen und drei Winkelgeschwindigkeiten hinaus, entsprechend den sechs Freiheitsgraden der Bewegung des starren Körpers im Raum, sowie ihrer Integration zu Positionen und Winkeln.

Highlight dieses fachlichen Werdegangs war sicherlich ein Einführungskurs durch einen international anerkannten Inertialtechnik-Guru, nämlich Paul Savage, in Minneapolis. Die zugehörigen zwei Wälzer in der damals brandneu erschienenen ersten Auflage umfassen rund 1500 Seiten Trigonometrie, Differentialgleichungssysteme für Positionen, Geschwindigkeiten und Rotationsmatrizen (oder kürzer und eleganter von Richtungsquaternionen) und schließlich ihre Integration in Form einer Kalman-Filterung. Unvergessen aber auch Paul Savages köstliche Anekdoten aus seinem langen beruflichen Werdegang die diesen Stoff mit Leben füllten, darunter das Zitat: „Of course I'm worried. I always worry. I'm a systems engineer!“

Auf diese prägende Zeit folgte schließlich der Gang in die Privatwirtschaft. 2006 trat ich eine Stelle als Entwicklungsingenieur bei der Autoflug Steuerungs- und SensorTechnik GmbH in Nabern, Baden-Württemberg an. Wichtigstes Produkt waren faseroptische Drehratensensoren, sogenannte *Fiber-Optic Gyroscopes* (FOGs). Ihr Messprinzip beruht auf zwei Lichtstrahlen, die in entgegengesetzten Richtungen durch eine Faserspule

gesandt werden. Bei Drehung ergibt sich dann eine Phasenverschiebung, die sich schließlich interferometrisch erfassen lässt. Meine Aufgabe bestand unter anderem in der Verifikation, der sogenannten Qualifizierung, von inertialen Messeinheiten am Ende ihrer Entwicklungsphase. Auch war ich für die Entwicklung von Prüfverfahren zur Kalibrierung und Kompensierung systematischer Messabweichungen verantwortlich, wofür ich mit meiner geodätischen Ausbildung bestens aufgestellt war.

Im Jahr 2012 trat ich die nächste Stelle bei der Caterpillar Global Mining Europe GmbH in Lünen bei Dortmund als Entwicklungsingenieur an. Mein Tätigkeitsfeld lag nun im F&E-Bereich und umfasste die Leitung von Projekten zur innovativen Sensorentwicklung für den Steinkohlenbergbau. Ähnlich der Deponievermessung zur Bauwerksüberwachung ergab sich wiederum eine Fülle von untertägigen Vermessungsaufgaben, die autarke Sensoren erforderten. Neben naheliegenden Knickwinkelsonden fiel ein Forschungsschwerpunkt erneut auf ein inertiales Messsystem. Besondere Herausforderungen waren Fragen des Explosionsschutzes und der zugehörigen Zertifizierung. Belohnt wurden die Mühen durch die Anmeldung zweier Patentschriften.

Nach weiteren zwei Jahren fand ich schließlich zurück ins „Ländle“, an meine heutige Arbeitsstelle bei dem Aerospace-Konzern Safran in Murr, nördlich von Stuttgart. Diese Tätigkeit schloss an die Erfahrungen an, die ich im Luffahrtbereich bereits bei Autoflug gesammelt

hatte. Als Systemingenieur bin ich wiederum für die Qualifizierung unserer Sensoren verantwortlich, diesmal jedoch nach höchsten Sicherheitsstandards für die zivile Luftfahrt. Auch habe ich Gelegenheit unsere Inertialtechnik an Universitäten, bei Fachsymposien und natürlich bei unseren Kunden vorzustellen. Vor diesem Hintergrund wurde mir im Mai 2022 der Titel des Experten für faseroptische Drehratensensoren im Rahmen unseres konzernweiten Expertenwesens verliehen. Kurze Zeit später wurde mein Tätigkeitsfeld um den Schwerpunkt des *Application Engineers* erweitert. Und hier schließt sich der Kreis zum Studium der Geodäsie, denn ich bringe die gleiche Sicht auf unsere Produkte mit wie unsere Kunden, nämlich die Sicht des Anwenders.

Wolfgang Katrycz

Jüngste Veröffentlichung

Katrycz, W., Fischer, W. (2021): On Specification and Measurement of the IFOG Vibration Error, DGON Inertial Sensors and Systems (ISS).

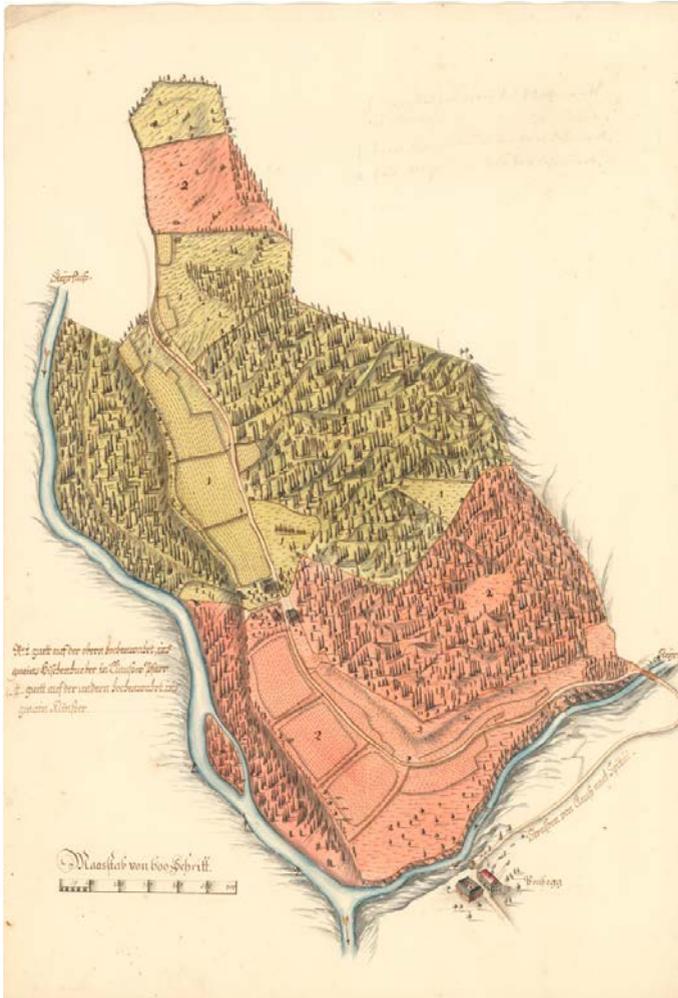
Patente

Katrycz, W., Ziegler, M., Bäuml, M. (2015): Device and method for longwall installation course determination, WIPO No: WO 2015/117724 A1.

Katrycz, W., Ahler, M., Pauli, S., Bäuml, M. (2015): Device and method for longwall mining installation course determination, WIPO No: WO 2015/117725 A1.

Mitteilungen

300 Jahre Katastervermessung in Oberösterreich



Kartenblatt Gemeinde Klaus, Karte 1 aus Mappe II; Quelle: Archiv des Benediktinerstifts Lambach

Franz Anton Knittel und die Vermessung von Lambach im Jahr 1723

Im Jahr 1723 beauftragte der Abt des Benediktinerklosters Lambach, Maximilian Pagl, den Landschaftsingenieur Franz Anton Knittel, den Grundbesitz des Klosters zu vermessen. Das Ergebnis dieses Auftrags waren 259 Karten, die einen vollständigen Überblick über den Besitz des Klosters gaben. Die Karten sind vollständig und in guter Qualität im Stiftsarchiv Lambach erhalten. Diese Karten sind neben dem Mailänder Kataster die früheste großräumige und großmaßstäbliche Vermessung einer Grundherrschaft in der Habsburgermonarchie und ein frühes Beispiel der Katasterkartographie in Österreich.

Das Stift Lambach verfügte über einen ausgedehnten Streubesitz, der sich größtenteils über das Hausruckviertel verteilte. Abt Maximilian Pagl (1668 – 1725) ließ im Jahr 1718 ein neues Urbar anfertigen, in dem die abgabepflichtigen Untertanen und die Zehentpflichtigen genau registriert wurden. Um die klösterliche Verwaltung zu verbessern und die Besteuerung des Grundbesitzes effizienter zu gestalten, gab er 1723 eine Gesamtaufnahme des klösterlichen Grundbesitzes in Auftrag.

Das in der benachbarten Herrschaft Schlüsselberg neu angelegte Urbar könnte als Beispiel gedient haben. Zwischen 1693 und 1695 wurden von Johann Georg Adam Freiherr von Hoheneck sowohl die Dominikalgründe als auch die Rustikalgründe der Herrschaft Schlüsselberg vermessen und in 15 Plänen dargestellt (*OÖLA Sammlung Hoheneck / Herrschaftsarchiv Schlüsselberg, Hs. 43a*). Es handelt sich um die erste Vermessung von Untertanengründen einer Herrschaft in Österreich. Das Messverfahren war verglichen mit späteren Vermessungen noch sehr primitiv. Es wurde einfach die senkrechte Gesamtausdehnung der Grundstücke von einer Grundlinie (meist einem Weg oder ähnliches) mittels einer Messkette gemessen.

Der mit der Arbeit für das Stift Lambach betraute Landschaftsingenieur Franz Anton Knittel (1671 – 1744) zählt zu den bedeutendsten Geometern Österreichs. Auf seine Initiative wurde in Linz 1708 (zehn Jahre vor der Militär-Ingenieurakademie in Wien) die erste ständische Ingenieurschule gegründet, in der junge Adelige in Mathematik, Geometrie, Architektur und Fortifikationswissenschaften unterrichtet wurden, um den großen Bedarf an Befestigungsingenieuren zu decken. Schon 1717 fertigte Knittel zwei Mappenblätter des Grundbesitzes des Stiftes Lambach an. Mit Kontrakt vom 2. April 1723 verpflichtete er sich, für 700 Gulden den gesamten Stiftsbesitz der Stiftsuntertanen zu vermessen und zu zeichnen.

Der Kartenbestand umfasst 259 kolorierte Federzeichnungen auf Papier im Ausmaß von etwa 65 x 45 cm, der Maßstab liegt bei ca. 1:5000. Die Karten zeigen nicht nur die Flächen und Grenzen der Grundstücke, sondern auch die Nutzung, die Erträge, die Abgaben und die Besitzer der einzelnen Grundstücke. Die Häuser sind naturgetreu aus der Vogelschau dargestellt, das Ackerland zeigt die Linien der Pflugführung, Wiesen sind durch Grasbüschel und der Wald durch Bäume gekennzeichnet. Die Karten sind mit Symbolen, Farben, Schrift und Maßstäben versehen, die eine genaue Orientierung ermöglichen.

Knapp vor seinem Tod begann Knittel im Auftrag von Graf Friedrich von Harrach die Untertanengründe der Herrschaft Freistadt zu vermessen (*OÖLA, Herrschaftsarchiv Freistadt*). Diese Arbeit wurde dann von seinem Sohn Franz Jakob, ebenfalls ein bedeutender Geometer, vollendet. Neben den Karten von Lambach und Freistadt zeichnete Knittel auch zwei Pläne von Linz sowie zahlreiche Grenz-, Straßen- und Waldkarten.

Die Vermessung von Lambach gehört zu den ältesten, vollständigsten und professionellsten Vermessungen und Kartierungen der Grundstücke der bäuerlichen Untertanen. Die Karten von Lambach bieten nicht nur einen Einblick in die wirtschaftliche Situation des Klosters im 18. Jahrhundert, sondern auch in die soziale Struktur, die Landschaftsgestaltung, die Siedlungsentwicklung und die Konflikte um den Grundbesitz in der Region. Die Karten von Lambach sind somit ein wertvolles Zeugnis für die Geschichte des Klosters und seiner Umgebung im 18. Jahrhundert. Sie sind auch ein Beispiel für die Anfänge der modernen Kartographie in Österreich und für das Wirken eines bedeutenden Ingenieurs wie Franz Anton Knittel.

Nachsatz: In einer Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien soll die Genauigkeit dieser frühen Katastervermessung untersucht werden.

(Red.)

Quellen

Arno Eilenstein, Abt Maximilian Pagl von Lambach und sein Tagebuch, Salzburg 1920.

Georg Grüll, Die Ingenieure Knittel im Rahmen der o.-ö. Mappierungen im 17. und 18. Jhd; in: MOÖLA 2 (1952), 43.

Georg Grüll, Die Florianer Pläne 1740 – 1783; in: MOÖLA 10 (1971), 251.

Andreas Heindl, Die Vermessung des Grundbesitzes des Klosters Lambach durch den Ingenieur Franz Anton Knittel im Jahr 1723 – ein frühes Beispiel der Katasterkartographie in Österreich. Diplomarbeit, Universität Wien, 2010. <https://theses.univie.ac.at/detail/15291> (04.09.2023).

Ein Wegbereiter der modernen Astronomie; zum 600. Geburtstag des Georg von Peuerbach

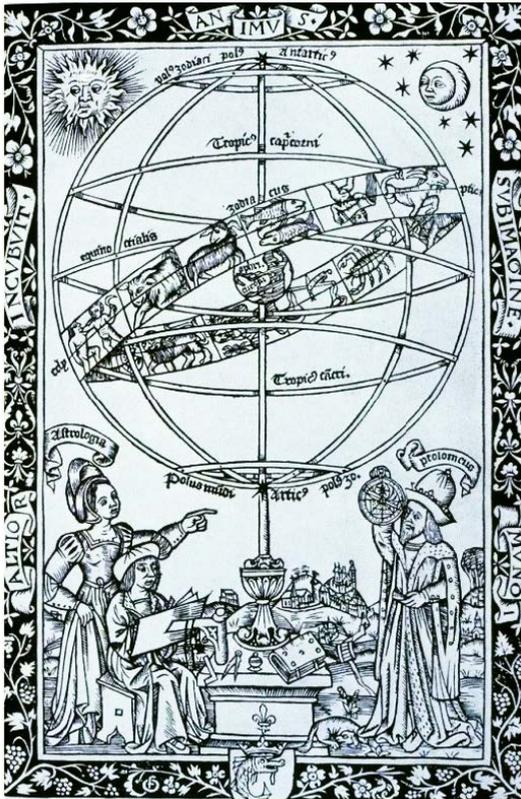
Georg von Peuerbach gilt als einer der bedeutendsten Astronomen seiner Zeit und als ein Vorläufer des kopernikanischen Weltbilds. Er verbesserte die Planetentheorie des Ptolemäus, führte die Sinus-Funktion in die Astronomie und die Geodäsie ein und baute innovative Messinstrumente.

Georg von Peuerbach wurde am 30. Mai 1423 in Peuerbach in Oberösterreich geboren. Sein richtiger Name war Georg Aunpekh, aber er nannte sich nach seinem Geburtsort. Er erhielt eine voruniversitäre Ausbildung in einer Klosterschule, wahrscheinlich in Klosterneuburg, wo er auch Handschriften kopierte. Zu seinen frühen Lehrern gehörte vermutlich Johannes von Gmunden, ein renommierter Astronom und Mathematiker. Nach Studien an der Universität Wien lehrte er an verschiedenen Universitäten, unter anderem in Padua, Bologna und Ferrara. Er kam auch in Kontakt mit dem berühmten Humanisten und Philosophen Nikolaus von Kues.

Im Jahr 1451 kehrte Peuerbach nach Wien zurück und hielt Vorlesungen über die lateinischen Klassiker. Er wurde Hofastronom von Ladislaus Postumus und später von Kaiser Friedrich III. An der Stadtschule bei St. Stephan hielt er Vorlesungen über die Planetenbewegung und -theorie, die er *Theoricae novae planetarum* nannte.



Peuerbach, *Theoricae novae planetarum*, Titelblatt



Der Holzschnitt aus dem im Paris gedruckten Werk Peurbachs „Theoricae Novae Planetarum“ stellt rechts den antiken Astronomen Claudius Ptolemäus und (vermutlich) links neben der Allegorie der Astrologie Georg von Peurbach dar (<https://geschichte.univie.ac.at/>).

Peurbach kritisierte einige Aspekte der ptolemäischen Theorie und versuchte, sie durch Beobachtungen und Berechnungen zu verbessern. 1456 berechnete und beschrieb er erstmals eine Kometenbahn. Die Vorlesungen wurden von seinem Schüler Johannes Regiomontanus herausgegeben und waren bis ins 17. Jahrhundert das Standardwerk der Astronomie. Er beschäftigte sich auch mit dem Bau von astronomischen Instrumenten, wie dem Quadranten, dem Astrolabium und dem Torquetum¹. Er entwickelte innovative Messinstrumente, modernisierte astronomische Berechnungsmethoden und erneuerte die Planetentheorie des Ptolemäus.

Peurbach führte als erster im Abendland den Sinus in die Trigonometrie ein, berechnete präzise Sinustabellen und zeigte ihre vielseitige Anwendbarkeit in Astronomie

1) Ein Torquetum oder Turquetum ist ein astronomisches Instrument, das die Funktionen einer Armillarsphäre und eines Astrolabs vereint und es ermöglicht, die Koordinaten eines Himmelskörpers sowie dessen aktuelle Höhe und die Uhrzeit nach ungleichen Stunden zu bestimmen (wikipedia).

und Geodäsie. Seine Forschungen zur Trigonometrie erleichterten nicht nur viele Berechnungen, sondern auch die Nutzung von Astrolabien und Quadranten, da so aus den gemessenen Abschnitten direkt die Winkel abzulesen waren. Er benutzte seine astronomischen Instrumente auch für geodätische Messungen, wie die Bestimmung der Länge und Breite von Orten. Er erstellte auch Tabellen zur Berechnung von Sonnen- und Mondfinsternissen, die *Tabulae eclipsium super meridiano Viennensi*.

Peurbach starb am 8. April 1461 in Wien an einer Lungenentzündung. Er hinterließ ein umfangreiches Werk, das sowohl mathematische als auch astronomische Schriften umfasste.

Extinctum dulces quid me defletis amici
Fata vocant Lachesis sic sua fila trahit
Destituit terras animus coelumque revisit
Quae semper coluit liber et astra petit



GEORG AUNPEKH
VON
PEUERBACH
30.V.1423 – 8.IV.1461

HOFASTRONOM KAISER FRIEDRICH III.,
MATHEMATIKER, DICHTER UND
HUMANIST, ENTDECKER DER
GEOGRAPHISCHEN DEKLINATION
FAND HIER IM APOSTELCHOR
SEINE LETZTE RUHESTÄTTE.

$\sin h (\cos b - 1) = \sin H (\cos b - \cos t)$

Das ursprüngliche Epitaph für Georg von Peurbach im Wiener Stephansdom ist nicht erhalten. Es wurde vermutlich im 18. Jahrhundert zerstört. 1999 wurde im Apostelchor eine Gedenktafel für Peurbach angebracht, die seinen lateinischen Grabvers und eine Formel zur Berechnung der Sonnenhöhe enthält. Die Formel verweist auf Peurbachs Entdeckung für die Anwendung der Sinus-Rechnung für die Vermessungskunde und die Astronomie, worin H die Mittagshöhe der Sonne, h ihr aktueller Höhenwinkel und b der halbe Tagbogen ist. Mit der geografischen Breite sowie Uhrzeit und Datum kann die jeweilige Sonnenhöhe (= Höhenwinkel der Sonne über dem Horizont) berechnet werden.

Georg von Peurbach war ein herausragender Wissenschaftler, der zwischen Mittelalter und Humanismus stand. Er verband die Tradition der scholastischen Gelehrsamkeit mit dem neuen Geist der Renaissance. Er beeinflusste viele spätere Astronomen, wie Regiomontanus, Copernicus und Kepler. Er gilt als einer der Wegbereiter der modernen Astronomie. Als weltweit erster Universitätsprofessor für Astronomie war der geniale Mathematiker und Visionär in doppelter Hinsicht ein prägender Erneuerer der Zukunft: Er gilt heute als Wegbereiter des Humanismus und lieferte mit seiner Planetentheorie die Grundlage für die kopernikanische Wende.

Im Schloss Peurbach seines Geburtsortes findet sich eine Dauerausstellung unter dem Titel Georg-von-Peurbach-Ausstellung.

(Red.)

Quellen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Georg_von_Peurbach

<https://www.oogeschichte.at/archiv/epochen/reformation-und-renaissance/kunst-und-wissenschaft/astronomie/georg-von-peurbach>

Czeike, Historisches Lexikon Wien



Abb. 1: UN Campus Bonn (Foto credit: Erich Westendarp (Pixabay))

Eröffnungsfeier des UN-GGCE – Globales Geodätisches Exzellenzzentrum der Vereinten Nationen

Das UN-GGCE (Global Geodetic Center of Excellence) wurde initiiert, um die UNO Mitgliedstaaten und geodätischen Organisationen bei der Koordinierung und Zusammenarbeit zu unterstützen einen genauen und nachhaltigen Globalen Geodätischen Referenzrahmen GGRF (Global Geodetic Reference Frame) zu erhalten, zu verbessern, verfügbar zu machen und zu nutzen. Ziel ist es im Rahmen der verfügbaren Ressourcen die Umsetzung der Resolution 69/266 der UNO Generalversammlung zu erfüllen, indem die weltweite geodätische Infrastruktur, Standards, Ausbildung sowie Kommunikation und Bewusstseinsbildung gestärkt und vorange-

trieben werden, während gleichzeitig die Maßnahmen koordiniert und ihre Umsetzung überwacht wird.

Im November 2022 wurde ein Abkommen zwischen den Vereinten Nationen und der Bundesrepublik Deutschland unterzeichnet, das die Modalitäten der **Operationalisierung des UN-GGCE** festlegt. Dieses Abkommen bildet die Grundlage für die Aufnahme der Tätigkeit des UN-GGCE. Das UN-GGCE befindet sich im **UN Campus in Bonn**, in dem vier Personen von der UNO direkt angestellt sind. Die Finanzierung dieser vier Personen wird zumindest bis Ende 2025 von der Republik Deutschland sichergestellt. Zusätzlich werden fünf weitere Personen aus Deutschland, Norwegen, Spanien und Frankreich als nationale Delegierte (secondments) im UN-GGCE tätig sein. Jedes UNO Mitgliedsland ist eingeladen ebenfalls über Delegierte im UN-GGCE mitzuwirken. Dabei ist die Tätigkeit, deren Beschäftigungsausmaß, die Dauer und die Art frei wählbar. Je mehr Personen mitarbeiten, desto besser und schneller können die gemeinsamen Ziele erreicht werden.

Das Sekretariat des **UN-GGIM** (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management) hat am 29. März 2023 in Zusammenarbeit mit der deutschen Bundesregierung, vertreten durch das Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI) und das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), die **Eröffnungsfeier** des Globalen Geodätischen Exzellenzzentrums der Vereinten Nationen (UN-GGCE) ausgerichtet. Insgesamt haben mehr als 100 Personen von allen Kontinenten und unzähligen Organisationen daran teilgenommen. Zu dem bedeutsamen Anlass waren zahlreiche Würdenträger eingeladen, darunter:

- Juliane Seifert (Staatssekretärin Deutschland)
- Kjersti Bjørnstad (Staatssekretärin Norwegen)
- Peter Thomson (Botschafter der UN für globale Geodäsie)
- Melanie Grabowy (stv. Bürgermeisterin von Bonn)
- Rainer Lassig (Botschafter vom UN-Campus-Verbindungsbüro)
- Prof. Paul Becker (Präsident des BKG)
- Stefan Schweinfest (Direktor der UN-Statistikabteilung)

Dipl.-Ing. Martin Sehnaal hat als Leiter des GGOS Koordinierungsbüro das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) bei dieser Veranstaltung vertreten.

In Zukunft wird das UN-GGCE von Nicholas Brown, dem derzeitigen Chef der Geodäsie bei Geoscience Australia, geleitet. Das wurde im August 2023 im Rahmen der 12. Sitzung des UN-GGIM in New York bekanntgegeben.

Martin Sehnaal



Abb. 2: UN-GGCE Eröffnung (Foto credit: Bundesamt für Kartografie und Geodäsie (BKG))



Abb. 3: Gruppenfoto der Teilnehmer (Foto credit: Bundesamt für Kartografie und Geodäsie (BKG))

Tagungsberichte



Universitätssportheim Oberurgl der Universität Innsbruck

Bericht über die 22. Internationale Geodätische Woche Oberurgl 2023

Zum mittlerweile 22. Mal fand vom 12. bis 18. Februar 2023 die Internationale Geodätische Woche in Oberurgl statt. Organisiert wurde die Veranstaltung vom Arbeitsbereich für Geometrie und Vermessung unter der Leitung von Ass.-Prof. Dr. Thomas Weinold. Diese im Rhythmus von jeweils zwei Jahren ausgetragene Konferenz ist im deutschsprachigen Raum und darüber hinaus als Forum des fachlichen Austausches und der persönlichen Vernetzung unter Geodätinnen und Geodäten geschätzt. Traditionell finden dabei die Fachvorträge im Universitätssportheim der Universität Innsbruck am Nachmittag statt. Für die Firmenausstellung und für die Diskussionsrunden zu den Vorträgen in den Abendstunden stand heuer erstmals das neue Dorf- und Veranstaltungszentrum Carat zur Verfügung.

Die Firmenausstellung ist ein wesentlicher Teil der Konferenz, der es den Teilnehmerinnen und Teilnehmern erlaubt, sich über die neuesten Entwicklungen im Bereich der Sensorik und der Auswertesoftware zu informieren. Die Liste der Aussteller umfasste dieses Jahr u.a. die Firmen AllTerra Österreich GmbH (Dietach), frox – Die IT Fabrik (Dortmund), GOECKE AUSTRIA GmbH (Wien), HHK Datentechnik GmbH, Leica Geosystems Austria GmbH (Wien), navXperience GmbH (Berlin), RIEGL Laser Measurement Systems GmbH (Horn) und Topcon Deutschland Positioning GmbH. Durch die vom Arbeitskreis Geometrie und Vermessung organisierte Bewirtung mit Getränken und kleinen Snacks entsteht

zu fortgeschrittener Stunde immer ein intensiver Austausch mit den Fachfirmen und unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern. Das gleiche gilt auch für die Diskussionsrunden zu den Fachvorträgen vom Nachmittag, die ebenfalls im Carat stattgefunden haben. Nicht zuletzt auch durch die Lage am Ende des Ötztals – also quasi am Ende der Welt – wird in Oberurgl stets ein Klima der offenen Diskussion geschaffen, die sich kaum bei anderen Fachkonferenzen in dieser intensiven Art und Weise ergibt; mit Sicherheit ein Alleinstellungsmerkmal der Geodätischen Woche, die sich ungebrochenen Zulaufs erfreut.

Fachlich war die Woche, nach dem Eröffnungsabend mit Vorträgen zu historisch geodätischen Themen und einem Beitrag über Perspektiven in der Kartographie, in Arbeitskreise (AK) eingeteilt. Der AK Ingenieurgeodäsie am Montag stand unter der Überschrift „Was gibt es Neues?“, gefolgt von einem photogrammetrischen AK am Dienstag, wo die Frage „Photogrammetrie – alles nur Drohne?“, erörtert wurde. Danach folgten am Mittwoch ein Themenblock, der sich mit der Demokratisierung von Erfassungssystemen unter dem Schlagwort „panta rhei“ beschäftigte und, die Fachvortragsreihe abschließend, am Donnerstag ein AK zum Thema Satellitennavigation unter dem Motto „GPS, GLONASS & Co: Das Ende der Fahnenstange ist in Sicht?“. Den Abschluss des fachlichen Teils der Geodätischen Woche bildete traditionsgemäß die Poster-Session am Freitag, bei der die Vortragenden ihren Beitrag zunächst in einem kurzen Impulsreferat vorstellten, bevor an den Postern intensiv diskutiert wurde.

Die ingenieurgeodätischen Vorträge thematisierten die 3D-Datenerfassung alpiner Hangrutschungen, die Detektion von Naturereignissen mit Glasfasersensorik, die Talsperrenüberwachung mit Bildern, die Modellierung von Bestandsbauwerken, den digitalen Zwilling für kommunale Straßen, Punktwolkensegmentierung durch neuronale Netzwerke für BIM-Anwendungen sowie die Integration von terrestrischen Laserscannern auf Robotern mit dem Robot Operating System ROS. Am zweiten Tag, der dem Thema Photogrammetrie gewidmet war, wurde berichtet über photogrammetrische Bestimmung von 3D-Massenbewegungsvektoren, die Fusion von Höhenmodellen unterschiedlicher Genauigkeit und Auflösung, die Vermessungsarbeiten im Katastrophengebiet Ahrtal anlässlich der Flut im Jahr 2022, Photogrammetrie und BIM-Modellierung zur Baustelldokumentation, den Vergleich von consumer- und survey-grade Drohnenlaserscanning, die Kalibrierung von RGB und thermal-IR Multikamerasystemen sowie über drahtlose baubegleitende Überwachungsmaßnahmen. Der dritte Konferenztag stand im Zeichen von Erfassungssystemen für (fast) Jedermann mit Beiträgen über intelligente Walderfassungswerkzeuge einschließlich Mobile Mapping und terrestrischem Laserscanning, mobile Erfassung urbaner Vegetation, die Nutzung von SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) für die Echtzeit-Erfassung von Innenräumen, die Erfassung von 3D Bestandsgebäudemodellen aus mobilen Laserscanning Daten, die Ermittlung der Besucherfrequenz mittels low-cost Sensorik und die kinematische Daten-

erfassung auf Schiene, Straße und Indoor mittels Mobile Mapping. Die Präsentationen des letzten Vortragstages über Satellitennavigation behandelten schließlich die Talflankenüberwachung im Glemmtal, die zuverlässige Überwachung von Straßen und Bauwerken mit GNSS, IMU und Multisensorsystemen, den Positionierungsdienst APOS, sowie neue Aufgaben und Risiken aus Sicht der Versicherungen.

Die Autoren halten fest, dass sich die 22. Internationale Geodätische Woche in Obergurgl 2023 nahtlos in die erfolgreiche Reihe ihrer Vorgängerinnen einreicht. Nachdem die Fachtagung im Jahr 2021 Corona-bedingt online stattfinden musste, waren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer froh, wieder ans Ende des Ötztals kommen zu können. Die Veranstaltung stellt einen wesentlichen Beitrag für die Geodäsie im deutschsprachigen Raum dar. Durch die einzigartige Kombination von Natur, Bewegung, Geselligkeit und fachlichem Austausch ist der Workshop eine wesentliche Konstante im Ensemble der deutschsprachigen Fachkonferenzen. Mit Wohlwollen beobachten die Autoren auch die Entwicklungen bei der überfälligen Nachbesetzung der Professur Geodäsie an der Universität Innsbruck, in der Hoffnung, dass dadurch neue Impulse in der geodätischen Forschung im alpinen Raum gesetzt werden und auf lange Sicht auch ein Weiterbestand der Internationalen Geodätischen Woche Obergurgl gegeben ist.

Gottfried Mandlbürger und Johannes Otepka



GI_Salzburg23 – Ein Rückblick: Quality-people-location

Diese drei Schlagworte hören wir immer wieder, wenn wir TeilnehmerInnen fragen, was die GI_Salzburg für sie so besonders macht. Dieses Jahr war keine Ausnahme: Über 650 TeilnehmerInnen aus 29 Ländern trafen sich von 4. – 6. Juli zur GI_Salzburg23 auf der Natur- & Lebenswissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg. Insgesamt konnte das internationale Publikum aus rund 50 Sessions mit über 140 Vortragenden wählen. Themen rund um Digital Earth, Fernerkundung, Mobilität & Klimawandel waren dabei tonangebend.

TeilnehmerInnen schätzen seit Jahren die gemütliche und vertraute Atmosphäre, in der man unkompliziert mit KollegInnen und ExpertInnen ins Gespräch kommen kann. Gefragt nach den take-aways der Konferenz, nannten uns Teilnehmer Stichworte wie „Austausch von Ideen“, „thematische Vielfalt“, und „vielseitige Gedankenanstöße“ als ihre Highlights. Darüber freuen wir uns sehr.

„Es ist wie ein Klassentreffen, bei dem man alte Kontakte auffrischen kann und niederschwellig Einblick in verschiedene neue Themen bekommt“

Zitat aus anonymen TeilnehmerInnenumfrage

Youth Forum: Nächste Generation stark vertreten

Ein Trend, den wir dieses Jahr wieder aufgegriffen haben, ist die „Verjüngung“ unserer Konferenz. Unser Studierendenticket erfreut sich großer Beliebtheit, sowie auch das Youth Forum mit dem erfolgreichen „Meet & Match“ Format, sowie auch die Sessions rund um das Thema der ersten wissenschaftlichen Publikation. Hier wurden konkrete Fragen der Studierenden beantwortet und Hilfestellungen angeboten. Beide Formate sehen wir auch für 2024 als fixen Bestandteil des Programms. Vor allem



Aussteller bemerkten, wie interessiert „das junge Publikum“ im Hinblick auf das Thema Mitarbeiterakquise war und sich dadurch tiefe und vielseitige Gespräche an den Ständen entwickeln konnten. 2024 wird das Youth Forum jedenfalls weiter ausgebaut.

Verzahnung von Wissenschaft und Anwendung

Als besonderes Alleinstellungsmerkmal der GI_Salzburg gilt seit jeher die Kombination von wissenschaftlichen Vorträgen und anwenderorientierten Workshops und Beiträgen. Manche empfinden dies als unvereinbares Spannungsfeld – als Veranstalter empfinden wir es eindeutig als Bereicherung. Gut 30 Aussteller fanden den Weg nach Salzburg, um über ihre Projekte und



Kollaborationen zu berichten. Als EXPO, die bewusst keine klassische Verkaufsmesse ist, sondern viel mehr auf Vernetzung, Kontakte, Input und Erfahrungsberichte setzt, liegt der Fokus auf den Ideen und Projekten die im persönlichen Austausch entstehen. Wir bedanken uns bei allen Firmen, die 2023 mit dabei waren und zu einer erfolgreichen GI_Salzburg beigetragen haben.

AGIT und GI_Forum Journal als Open Access Publikation verfügbar

Full- & Short Paper Beiträge, die im Rahmen der GI_Salzburg eingereicht werden, werden nach Annahme in einem unserer beiden wissenschaftlichen Journals publiziert: Deutschsprachige Beiträge im AGIT Journal (<https://gi-salzburg.org/de/journals/>), englischsprachige





im GI_Forum Journal (<https://gi-salzburg.org/en/journals-2/>) der österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW). Beide sind SCOPUS indiziert.

AGIT Journal und Issue 1-2023 des GI_Forum Journals sind bereits online. GI_Forum Journal Issue 2-2023 folgt im Dezember 2023.

Danke an Sponsoren & Unterstützer

Unser besonderer Dank gilt unseren diesjährigen Sponsoren. Ohne deren Unterstützung wäre die Durchführung der GI_Salzburg in bekannter Form nicht möglich.

- Gold: synergis <https://www.esri-austria.at/>
- Silver: VertiGIS <https://www.vertigis.com/>
- Bronze: EPOSA <https://www.eposa.at/>

Außerdem möchten wir uns bei folgenden Partnern für ihre Unterstützung bedanken: Land Salzburg, Salzburg Verkehr, Salzburg Convention Bureau, sowie der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft.

Für die jahrelange gute Zusammenarbeit bedanken wir uns außerdem bei Wichmann/VDE Verlag und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Save the date:

GI_Salzburg24 findet von 2. – 4. Juli statt

Gestärkt durch das positive Feedback und mit vielen neuen Ideen bepackt, starten wir die Vorbereitungen für GI_Salzburg24. Wenn Sie eine Idee breiter diskutieren möchten, melden Sie sich bitte gerne bei uns (office@gi-salzburg.org). Wir sind offen für neue Impulse und freuen uns über das gemeinsame Lösungsfinden.

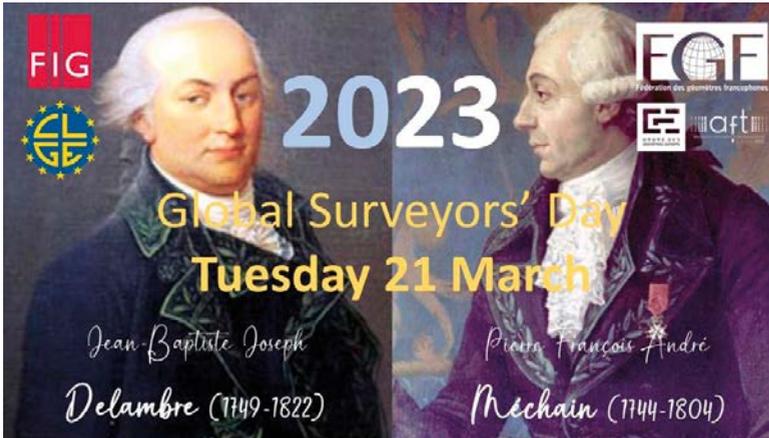


Call for Papers für GI_Salzburg24 öffnet am 01.10.2023

Sie möchten eine aktive Rolle auf unserer nächsten Konferenz spielen? Sie haben viele Möglichkeiten die GI_Salzburg Bühne zu nutzen: Unser Call for Papers öffnet für alle am 1. Oktober 2023. Full- & Short Paper können bis 1. Februar 2024 eingereicht werden, Foren, Workshops, Fach- & Ausstellerpräsentationen bis 26. Februar 2024, und Poster/ Storymaps bis 1. Mai 2024.

Fotoauswahl: Credits: © Simon Haigermoser / Hans-Christian Gruber, Universität Salzburg





Global Surveyors 2023: Jean-Baptiste Delambre und Pierre Méchain

FIG Global Surveyors Day 2023 in Paris¹

21. März 2023, Order of Expert Surveyors, Regional office, Paris, France

Der Global Surveyors Day am 21. März ist seit 2018 eine jährliche Feier zur weltweiten Anerkennung der Pioniere, Einzelpersonen und der Industrie, die die Geschichte der Vermessung geprägt haben und weiter das Fundament der geodätischen Gemeinschaft bilden. Ursprünglich war es ein europäisches Event, das inzwischen aber auf bedeutende Vermessungsingenieure aus der ganzen Welt aufmerksam macht. 2022 gab es weltweit mehrere Events zum Global Surveyor of the Year.

In Frankreich lud Präsident Marc Vanderschueren (Federation of French Speaking Surveyors) FIG-Präsidentin Diane Dumashie ein, an den Feierlichkeiten zum Global Surveyors Day 2023 in Paris teilzunehmen. Die FGF nominierte zwei französische Mathematiker und Astronomen, Jean-Baptiste Joseph Delambre (1749–1822), Astronom, Historiker und Geodät, und Pierre François André Méchain (1744–1804), Erfinder des metrischen Systems, zu Landvermessern des Jahres 2023.

Die Feierlichkeiten wurden von der FGF koordiniert, die auch mit dem Liaison Committee of European Surveyors (CLGE) und FIG zusammengearbeitet. Es wurde vom Regionalrat des Ordens der Vermessungsexperten von Paris (OGE-Paris) in Zusammenarbeit mit den beiden französischen Berufsverbänden organisiert und abgehalten: dem Orden der Vermessungsexperten (OGE) und der französischsprachigen Topographievereinigung (AFT).

Die Vermessung ist die Grundlage, auf der die große Familie von Vermessern in den Bereichen Landadministration und Landmanagement entstanden ist. Der Global Surveyors Day ergänzt die Arbeit der FIG Per-

manent International Institution for the History of Surveying and Measurement (IIHSM), deren Mitglieder daran arbeiten, die Geschichte des Berufsstandes zu dokumentieren.

Die Fragen der Landverwaltung und -bewirtschaftung stehen im Hinblick auf die Ziele für nachhaltige Entwicklung im Mittelpunkt der globalen Agenda 2030. Die Fachleute in den Bereichen Land, Gebäude und natürliche Umwelt haben die Verantwortung, auf diese globale Agenda zu reagieren und zur Verbesserung der Lebensbedingungen in den Gesellschaften beizutragen. Im Kontext der Überlegungen zum 21. März 2023 gehören Jean-Baptiste Joseph Delambre und Pierre François André Méchain zu den würdigen Pionieren mit bemerkenswerten Beiträgen, die der Allgemeinheit für die Einführung des metrischen Systems in Erinnerung bleiben.

Das Tagungsprogramm begann mit Begrüßungsworten von Präsident Marc Vanderschueren und FIG-Präsidentin Diane Dumashie, gefolgt von aussagekräftigen Präsentationen. Diese beleuchteten den historischen Kontext von Delambre & Méchain und die Geschichte ihrer Expeditionen und ergänzten die technischen Details der Messungen und Berechnungen. Um vor allem eine aktuelle Perspektive auf die Auswirkungen auf unsere Arbeit und globale Themen zu vermitteln, hörten wir auch von früheren und gegenwärtigen Widerständen gegen das metrische System. Die parallele Feier des



FGF Präs. Marc Vanderschueren, FIG Präs. Diane Dumashie, CLGE Präs. Vladimir Krupa

1) Diane Dumashie, https://www.fig.net/news/news_2023/03_FGF-surveyors-day.asp, 4. April 2023

Women's History Month (März) ist definitiv ein Aufruf, andere Pionierinnen in unserem Beruf aus der Vergangenheit zu identifizieren und zu feiern. Zum Abschluss der Veranstaltung sprachen Vladimir Krupa, Präsident des Council of European Geodetic Surveyors (CLGE), Joseph Pascual, Präsident des Higher Council of the Order of Surveyors, und Françoise Duquenne, Präsidentin der Association francophone de topographie (ACHTERN). Es war ein großartiger Tag, um Vermessungsingenieure aus unserer Vergangenheit zu feiern, aber auch um aktuelle Mitglieder unseres Vermessungsnetzwerks zu treffen.

Es ergeht der Aufruf an alle FIG-Mitgliedsverbände, die Hinterlassenschaft ihrer nationalen Vermessungsingenieure zu identifizieren und ihre Namen sowohl für den globalen Vermessungstag als auch für die Dokumentation in der ständigen FIG-Institution IHSM in den Vordergrund zu rücken.

Michael Hiermanseder



Vortragende v.l.n.r.: Jean-François Dalbin, Diane Dumashie, Françoise Duquenne (vorne), Bertrand Juompan (hinten), Bernard Flacelière (hinten), Marc Vanderschueren



Die OVG Mitglieder DI Martin Sehnal, DI Yannic Öhlknecht, OVG-Präsident Franz Blauensteiner und Dr. Andreas Hellerschmied © OVG

IUGG Konferenz 2023 in Berlin

Die International Union of Geodesy und Geophysics – kurz IUGG – veranstaltet alle 4 Jahre Ihre General Assembly im Rahmen einer großen Konferenz. Diesmal fand sie von 11.-20. Juli 2023 in Berlin statt. Die IUGG ist eine internationale Organisation zur Förderung, Koordination und Kommunikation von Forschung, Wissen und Innovationen in den Bereichen der Geodäsie und Geophysik. Sie besteht aus acht Teilorganisationen (Assoziationen). Für den Fachbereich der Geodäsie ist das die International Association of Geodesy – kurz IAG. Rund 5.000 Besucherinnen und Besucher informierten sich über die aktuelle Forschung der 8 Assoziationen bei einer Vielzahl an Vorträgen, Meetings und einer Firmenmes-

se. Bei der Firmenmesse hatte unter anderem das Global Geodetic Observing System (ggos.org) einen Messestand. Das Büro von GGOS ist in Wien im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen angesiedelt und wird von DI Martin Sehnal geleitet.

Die österreichischen Delegierten der 8 Assoziationen der IUGG sind im österreichischen Nationalkomitee zur IUGG beheimatet. Präsident dieses Komitees ist der Seismologe Dr. Wolfgang Lenhardt, der nationale Delegierte der IAG Univ.-Prof. Dr. Johannes Böhm und der Sekretär Dipl.-Ing. Franz Blauensteiner. Dieses Gremium dient dem Wissensaustausch zwischen den unterschiedlichen Bereichen der Geowissenschaften.

Franz Blauensteiner



Von links: Kongressdirektor Ernst Brandstötter, Sektionschef Georg Konetzky, Klimaexperte Marcus Wadsak, Präsident des BEV Wernher Hoffmann, Präsident der OVG Franz Blauensteiner, Bürgermeister der Stadt Steyr Markus Vogl

Bericht vom 14. Geodätentag in Steyr

Der 14. Österreichische Geodätentag fand vom 10. bis 11. Mai 2023 das zweite Mal nach 2018 in Steyr statt.

Das Hauptthema „Die Beiträge der Geodäten/innen zur Nachhaltigkeit und für den Klimaschutz“ bildete den roten Faden durch das Vortragsprogramm – beginnend mit dem Festvortrag von Mag. Marcus Wadsak (Leiter der ORF Wetterredaktion) zum Klimawandel bis zum letzten Vortrag von Univ.-Prof. Wolfgang Wagner (TU Wien) über die klimarelevanten Erdparameter.

Beim Vortragsprogramm wurde auf eine gute Durchmischung von wissenschaftlichen Beiträgen und praxisbezogenen Berichten geachtet. Das bringt das Motto „Von der Vision zur Anwendung“ zum Ausdruck. (Kurzfassungen der Vorträge sind im Heft 1/2023 der vgi enthalten)

Das weitgehend unveränderte Vorbereitungsteam hatte die Gelegenheit, das Konzept von 2018 weiterzuentwickeln. Die Rahmenbedingungen vor Ort – die räumlichen Gegebenheiten am Veranstaltungsort aber auch



Das Organisationsteam des OGT 2023

der Charme der historischen Kleinstadt – waren vorgegeben, kleine Optimierungen zum letzten Geodätentag konnten erfolgreich durchgeführt werden:

- Die Veranstaltung wurde insgesamt gestrafft und auf zwei volle Kongresstage und ein Get-together am Vorabend konzentriert.
- Die festliche Abendveranstaltung vergangener Geodätentage wurde durch ein Pubquiz in ungezwungener Atmosphäre abgelöst. Damit wurden insbesondere junge Teilnehmerinnen und Teilnehmer angesprochen und ein aktives Miteinander gefördert.
- Für die technische Infrastruktur bei den Vorträgen haben wir uns professionelle Unterstützung organisiert.
- Die Standparty wurde an das Ende der Veranstaltung gelegt.

Darüber hinaus wurde ein Spezialprogramm für Auszubildende angeboten. HTL-Schülerinnen und -Schüler

sowie Lehrlinge konnten sich bei Kurzvorträgen aus der Praxis und bei Geratedemos der Firmenmesse über den Fachbereich der Vermessung und Geoinformation informieren.

Eine nach der Veranstaltung unter den ausstellenden Firmen und den Mitgliedern der OVG durchgeführte Befragung hat ein recht erfreuliches Feedback gebracht. Besonders begrüßt wurde die Verkürzung des OGT auf zwei Tage, das spannende Vortragsprogramm sowie die Einbindung der Firmenmesse in den Kongress.

Abschließend möchte ich mich herzlich beim Veranstaltungsort Steyr und dem Organisationsteam für die professionelle und reibungslose Organisation von zwei Geodätentagen bedanken. Es hat mir große Freude bereitet diesem Team als Kongressdirektor vorzustehen.

Ernst Brandstötter



„THE MEN“ sorgte für mitreißende Unterhaltung auf der Standparty

Grenzsteine, die Geschichten erzählen

Die ältesten Grenzsteine im Weinviertel



Abb. 1: Grenzstein AF 1555 Bockfließ/Auersthal/Wolkersdorf © Michael Hiernanseder



Abb. 2: Lage (NÖ Atlas, Christoph Twaroch)

Nahe dem dreifachen Grenzpunkt zwischen den Katastral- und Ortsgemeinden Auersthal, Bockfließ und Wolkersdorf steht ein Grenzstein (Abbildung 1), der eine Krone (Erzherzogshut?) mit Kreuz, die Buchstaben A F und die Jahreszahl 1555 zeigt. Die Buchstaben A und F stehen für Anna Jagiello, Prinzessin von Böhmen und Ungarn (* 1503 in Buda, † 1547 in Prag) und ihren Gemahl Erzherzog Ferdinand I. Habsburg (* 1503 bei Madrid, † 1564 in Wien), 1558 bis 1564 Kaiser des Heiligen Römischen Reichs.



Abb. 3: Hans Maler zu Schwaz, Anna v. Ungarn u. Böhmen © wikipedia



Abb. 4: Hans Bocksberger, Ferdinand I © wikipedia

Anna erwarb 1538 die Herrschaft Wolkersdorf. Gemäß ihrem Testament fiel die Herrschaft Wolkersdorf an das Hofspital in Wien. Die Jahreszahl auf dem Grenzstein könnte mit dem 1554/1555 erfolgten Wechsel der Pfleger der Herrschaft Wolkersdorf zusammenhängen, als man die Grenze zur Herrschaft Bockfließ absichern wollte.¹⁾

1) Besitzer der Herrschaft Bockfließ waren ab 1547 die Herren von Prankh (1550 wurde durch Ernst von Prankh zu Bockfließ, Viertelhauptmann unter dem Manhartsberg, die Niederösterreichische Linie begründet), 1579 oder 1592 Andreas von Teufel. 1633 gingen Schloss und Herrschaft in den Besitz der Khevenhüller über, die ihre Güter 1635 an die Abensperg-Traun verkauften; heute ist das Schloss im Besitz der Familie Goess

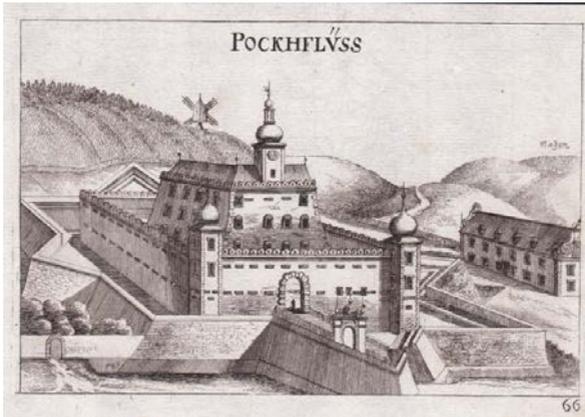


Abb. 5: Georg Matthäus Vischer, Das Schloss Bockfließ (1672)



Abb. 7: „Armeseelen-Stein“ AF 1555 an der Grenze zu Groß-Schweinbart © Ferdinand Altmann



Abb. 6: Zweiter Grenzstein AF 1555 © Michael Hiermanseder

740 m weiter östlich steht am Rand von Weinbergen und Äckern der zweite Grenzstein AF 1555 (Abbildung 6) im Norden des Gemeindegebietes von Bockfließ. Der Stein hat an der Oberseite und auf den schmälere Seiten einige Risse, aber ansonsten ist er recht gut erhalten. Eine Krone mit Kreuz und die Signatur AF (für Anna & Ferdinand) zeigt an, dass Erzherzog Ferdinand, der ein Jahr später als Ferdinand I. zum Kaiser gekrönt wurde, mit dem Grenzstein von 1555 die Grenze der von seiner Gattin Anna 1542 erworbenen Herrschaft Wolkersdorf gegen die Herrschaft Groß-Schweinbarth, damals im Besitz der Herren von Kuenring, abgesichert hat. Als einer der wahrscheinlich ältesten datierten Grenzsteine im Weinviertel markiert er heute die Grenze zwischen den seit 1860 im Besitz der Familie Abensperg-Traun vereinten Herrschaften Groß-Schweinbarth und Wolkersdorf.

Auf dem Grenzweg an der Orts- und Bezirksgrenze (GF-MI) steht ein dritter Grenzstein mit AF 1555 (Abbildung 7). Früher befand sich neben dem Grenzstein auf einem Lewerhaufen ein Bildstock mit einem Armeseelenbild. Sie sollten an Grenzsteinversetzer erinnern und weitere Missetäter fernhalten. Hier sind während der Napoleonfeldzüge (1805/1809) mehrere Franzosen gefallen und eingegraben worden. 1945 fanden Kämpfe mit sowjetischen Truppen statt.

Michael Hiermanseder

Quellen

Die Herrschaft Wolkersdorf vom Ende des 13. bis zum Ende des 16. Jahrhunderts – Jahrbuch für Landeskunde von Niederösterreich – 39, S 69-112.

Ferdinand Altmann (2020): Bildstöcke, Wegkreuze, Kapellen und andere Markierungen der Landschaften im Weinviertel.

Tibor Simányi (1987): Er schuf das Reich: Ferdinand von Habsburg.

Christoph Twaroch: www.grenzsteine.at, 15. März 2021.

Constantin von Wurzbach: Habsburg, Anna (Königin von Ungarn und Böhmen). In: Biographisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich. 6. Theil, Wien 1860, S 150 f.

Aus dem Vereinsleben

Wir gratulieren!



Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Reinfried Mansberger, Institut für Geomatik, Universität für Bodenkultur, Wien, Vorstandsmitglied der OVG, österreichischer Delegierter in der Kommission 2 der FIG, wurde am 21.7.2023 in Debre Markos, Äthiopien, für seine Verdienste um internationale Forschung und Lehre in Äthiopien zum Dr. sc. hc promoviert. Die OVG gratuliert ganz herzlich!

Herzliche Gratulation zu einem Jubiläum von Februar 2023 bis September 2023

50. Geburtstag

Jürgen Mayer, Widnau
 Dipl.-Ing. Anton Edler, Leibnitz
 Dipl.-Ing. Roman Markowski, Imst
 Dipl.-Ing. Birgit Braumann, Brunn am Gebirge
 Dipl.-Ing. Philip Zeisler, Neunkirchen
 Johannes Vallant, Voitsberg
 Dipl.-Ing. Reinhard Eder, Molln
 Dipl.-Ing. Stefan Dürauer, Wien
 Dipl.-Ing. Markus Gutmann, Wien

60. Geburtstag

Dipl.-Ing. Franz Trappl, Horn
 Dipl.-Ing. Robert Miedler, Perchtoldsdorf
 Dipl.-Ing. Wolfgang Tschida, Mödling
 Dipl.-Ing. Thomas Illy, Graz
 Dipl.-Ing. Gerald Wacht, Wien
 Dr. Herbert Döller, Zwettl
 Dipl.-Ing. Alois Kofler, Ried
 Dipl.-Ing. Karl Heinz Mallaun, Schönwies
 Dipl.-Ing. Brigitte Rudel, Wiener Neustadt

70. Geburtstag

Dipl.-Ing. Hans Krainer, Innsbruck
 Dipl.-Ing. Josef Graf, Eggersdorf bei Graz
 Dipl.-Ing. Alois Zehentner, Leogang
 Dipl.-Ing. Günther Lorber, Graz
 Dipl.-Ing. Christoph Bauer, Linz
 Dipl.-Ing. Gerhard Gaigg, Linz
 Dipl.-Ing. Erich-Viktor Imrek, Wien
 Dipl.-Ing. Helmut Fuß, Oberstockstall

75. Geburtstag

o.Univ.-Prof. Dr. André Frank, Wien
 Dipl.- Ing. Dr. Heinrich Noe, Graz
 Dipl.-Ing. Wilhelm Morgenbesser, Neunkirchen
 Dipl.-Ing. Dietrich Kollenprat, Klagenfurt
 Dipl.-Ing. Gerhard Stöhr, Klosterneuburg-Kierling
 Dipl.-Ing. Friedrich Reichhart, Wien
 Dipl.-Ing. Norbert Höggerl, Wien
 Dipl.-Ing. Franz Schilcher, Wildon
 Dipl.-Ing. Wolfgang Senicar, Spittal/Drau

80. Geburtstag

Dipl.-Ing. Walter Berg, Ried im Innkreis
 Dipl.-Ing. Klaus Gillarduzzi, Innsbruck
 Dipl.-Ing. Horst-Dieter Luhn, Bruck an der Mur

85. Geburtstag

Dipl.-Ing. Bernd Withalm, Salzburg

90. Geburtstag

Dipl.-Ing. Helmut Barth, Baden
 Dipl.-Ing. Erich Korschineck, Wien

Wir begrüßen als neues Mitglied

Florian Pöpl, Wien
 Dipl.-Ing. Emmerich Schuscha, Leoben
 Ing. Miroslava Mravikova, St. Pölten
 Dipl.-Ing. Gottfried Pauler, Tulln
 Dipl.-Ing. Benjamin Wild, Wien
 Dipl.-Ing. Hannes Sieber, Scheibbs
 Dipl.-Ing. Harald Rührnöbl, Fernetz
 Daniel Landskron, Stockerau
 Anis Messaoudi, Graz
 Lorenz Schimpl, Wien
 Dipl.-Ing. Peter Anzinger, Linz
 Dipl.-Ing. Wolfgang Leitner, Linz
 Simone Ortner, Wien
 Dipl.-Ing. Robert Kusterer, Graz
 Dipl.-Ing. Stefan Rabensteiner, Leoben
 Christoph Neumayr, Oberwölbling
 Natalia Hanna, Wien

Wir trauern um die Verstorbenen

Dipl.-Ing. Friedrich Kunzelmann ist am 4. Februar 2023 im 82. Lebensjahr verstorben.
 Dipl.-Ing. Hans Peter Blaha ist am 1. April 2023 im 82. Lebensjahr verstorben.
 Dipl.-Ing. Friedrich Blaschitz ist am 11. April 2023 im 91. Lebensjahr friedlich und sanft entschlafen.
 Dipl.-Ing. Karl Mosbacher ist am 19. Mai 2023 im 82. Lebensjahr verstorben.
 Dipl.-Ing. Herbert Gailingner ist im 92. Lebensjahr verstorben.



Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation

Austrian Society for
Surveying and Geoinformation

Schiffamtsgasse 1-3
A-1020 Wien
Tel.: +43 1/211 10/82 2711
E-Mail: office@ovg.at
Internet: www.ovg.at

PROTOKOLL

über die 49. (a.o.) Hauptversammlung der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation

Mittwoch, 10. Mai 2023, 17:00 Uhr bis 17:30 Uhr

Stadtheater Steyr

4400 Steyr, Stelzhamerstraße 2a

Tagesordnung

Der Präsident der OVG, Dipl.-Ing. Franz BLAUENSTEINER, begrüßt die zur a.o. Hauptversammlung erschienenen Mitglieder.

BLAUENSTEINER gibt die Tagesordnung bekannt.

1. Genehmigung des Protokolls der 48. Hauptversammlung
2. Rechenschaftsbericht des Vorstands
3. Bericht der Rechnungsprüfer
4. Entlastung des Vorstands
5. Wahl des Vorstands
6. Wahl der Rechnungsprüfer
7. Mitgliedsbeiträge
8. Allfälliges

Anwesend sind im Konferenzsaal etwa 50 Mitglieder, eine namentliche Erfassung war nicht vorgesehen.

TOP 1: Genehmigung des Protokolls der 48. Hauptversammlung vom 30. Juni 2022

Das Protokoll der 48. Hauptversammlung wurde in der Österreichischen Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation (VGI), Heft 2/2022, veröffentlicht und damit allen Mitgliedern zugänglich gemacht.

Gegen das Protokoll der 48. Hauptversammlung vom 30. Juni 2022 werden keine Einwendungen erhoben. Es wird von den teilnehmenden Mitgliedern **EINSTIMMIG** angenommen.

Auf Ersuchen von Präsident BLAUENSTEINER wird durch kurzes Innehalten an jene Mitglieder gedacht, de-

ren Tod der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation seit der 48. Hauptversammlung am 30. Juni 2022 bekannt geworden sind. Darunter sind unter anderem: em.Univ.-Prof. Dr. Helmut MORITZ, em.Univ.-Prof. Dr. Günther SCHELLING, Dipl.-Ing. Dieter WENTER.

Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG) wird den verstorbenen Mitgliedern stets ein ehrendes Angedenken bewahren.

TOP 2: Rechenschaftsbericht des Vorstands:

2.1 Bericht des Präsidenten (BLAUENSTEINER) und des Generalsekretärs (EYSN):

OVG-Präsident Dipl.-Ing. Franz BLAUENSTEINER bedankt sich für das zahlreiche Erscheinen zur a.o. Hauptversammlung. Die a.o. Hauptversammlung mit der Neuwahl des Vorstandes wurde notwendig, um die dreijährige Funktionsperiode des Vorstandes wieder mit dem Zyklus des Geodätentages in Einklang zu bringen. Auslöser war die Covid-19 Pandemie und die damit verbundene zweimalige Verschiebung des Geodätentages, womit die letztjährige ordentliche Hauptversammlung nicht im Rahmen des Geodätentages stattfinden konnte.

Generalsekretär Dr. Lothar EYSN berichtet über die Aktivitäten der OVG im letzten Jahr. Beispielsweise wurden die Technischen Universitäten in Wien und Graz bei der Nachwuchswerbung unterstützt. Dafür wurde ein gemeinsamer Messestand mit der OVG bei den Berufsinformationssessen in Graz und Wien realisiert. Das führte zu einer erhöhten Sichtbarkeit der Geodäsie, da in früheren Jahren die Geodäsie gemeinsam mit allen anderen Studienrichtungen direkt an den sehr großen Ständen der TU Wien bzw. TU Graz aufgetreten ist. Zusätzlich wurde der Geotag der TU Wien und der Geoday der TU Graz unterstützt, und auch das KONGEOS Treffen der Geodäsie Studierenden im DACH Raum, das von der Fachschaft der TU Wien organisiert wurde und ein voller Erfolg war.

Eine Arbeitsgruppe zur Aus- und Fortbildung wurde unter der Leitung von Dr. Ekkehart GRILLMAYER in der OVG installiert, die folgende Themen behandelt:

- Überarbeitung der Ausbildungsverordnung für den Lehrberuf Vermessungstechnik
- Vorschläge ausarbeitet, um eine Fachmatura im Bereich Vermessung zu ermöglichen
- Möglichkeiten auslotet, um die Fortbildung zum Fachtechniker in der Vermessung zu verbessern

Im Bereich Weiterbildung werden weiterhin an vier Standorten (Innsbruck, Linz, Graz und Wien) OVG Vorträge angeboten, die gut besucht sind und teilweise auch schon in einem hybriden Setting abgehalten wer-

den. Für die Bestätigung von Vortragsbesuchen wurde ein Online-Tool entwickelt, das ein automatisiertes Abholen von Teilnahmebestätigungen ermöglichen wird. Generalsekretär EYSN dankt Tomas THALMANN, der die Entwicklung des Tools durchgeführt hat.

Als wichtigste Veranstaltung im Bereich Weiterbildung und Vernetzung nennt Generalsekretär EYSN den österreichischen Geodätentag 2023, und dankt in diesem Zuge dem Kongressdirektor Dipl.-Ing. Ernst BRANDSTÖTTER und dem Organisationsteam für die bislang gelungene Veranstaltung und die tolle Organisation.

Generalsekretär EYSN nennt darüber hinaus die Kooperationen der OVG mit anderen Vereinen und Institutionen, wobei er speziell auf die Zusammenarbeit mit der AGEO und der ISPRS hinweist. Als Schnittstelle zur AGEO wird zukünftig Dipl. Ing. Gernot TUTSCH agieren, als Schnittstelle zur ISPRS Dr. Camillo RESSL. Generalsekretär EYSN dankt den beiden Vertretern für die Unterstützung. Beide Personen wurden in den Wahlvorschlag für den neu zu wählenden Vorstand aufgenommen.

Generalsekretär EYSN berichtet weiters über die Aktivitäten im Bereich Öffentlichkeitsarbeit. Die OVG ist aktuell auf drei Social Media Plattformen aktiv (Facebook, Instagram, Youtube), um Informationen über moderne digitale Medien zu verbreiten.

Der Bericht des Präsidenten und des Generalsekretärs wird von der Hauptversammlung zur Kenntnis genommen.

Präsident BLAUENSTEINER dankt Generalsekretär EYSN für die geleistete Arbeit.

2.2 Bericht der Schriftleitung:

Der Präsident Dipl.-Ing. Franz BLAUENSTEINER trägt die von Dipl.-Ing. Andreas PAMMER aufbereiteten Folien vor und informiert über die Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation – VGI (weitere Redaktionsmitglieder: Dipl.-Ing. Georg TOPF, Dipl.-Ing. Ernst ZAHN, Webmaster: Dipl.-Ing. Tomas THALMANN):

- Im etwa vierteljährlichen Abstand erschienen vergangenes Jahr 4 Hefte (gesamt 246 Seiten Fachinformation)
- Darunter ist ein Heft der Tagungsband des OGT 2023

Präsident BLAUENSTEINER dankt der gesamten Schriftleitung für die geleistete Arbeit. Die Schriftleitung stellt eine der arbeitsintensivsten Funktionen der OVG dar. Darüber hinaus wird ersucht, OVG Beiträge in der VGI zu veröffentlichen und für schriftliche Beiträge zu werben.

Der Bericht des Schriftleiters wird von der Hauptversammlung zur Kenntnis genommen.

2.3 Bericht des Schatzmeisters (GOLD):

Dipl.-Ing. Wolfgang GOLD berichtet über die Finanzgebarung der OVG für den Verrechnungszeitraum 31. Dezember 2021 bis 31. Dezember 2022.

Stand des Vereinsvermögens vom 1.1.2023:

<i>OGT Konto</i>	€ 4.655,27
<i>Bank Austria-Kapitalsparbuch</i>	€ 67.154,61
<i>PSK-Sparbuch</i>	€ 3.259,02
<i>PSK-Konto</i>	€ 38.027,23
<i>Handkassa OGT</i>	€ 157,24
<i>Handkassa OVG</i>	€ 12,04
Summe	€113.265,41
<i>1.1.2022</i>	<i>€108.839,58</i>

Der Bericht des Schatzmeisters wird von der Hauptversammlung zur Kenntnis genommen.

Präsident BLAUENSTEINER dankt Schatzmeister GOLD für die geleistete Arbeit.

TOP 3: Bericht der Rechnungsprüfer

Die Rechnungsprüfer, Dipl.-Ing. Dr. Herbert DÖLLER und Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Erwin HEINE führten die Rechnungsprüfung der von den Schatzmeistern GOLD und VON BERINGE besorgten Gebarung der OVG für den Verrechnungszeitraum vom 01.01.2022 bis zum 31.12.2022 am 12.4.2023 durch.

In Vertretung der Rechnungsprüfer trägt DÖLLER den Prüfbericht vor:

Die Rechnungsprüfung erfolgte nach bestem Wissen und Gewissen und konzentrierte sich auf die stichprobenartige Überprüfung von Belegen und Rechnungen, wie Spesen- und Reiseabrechnungen, Bankkonten und Buchungen. Bei dieser Prüfung standen sämtliche Unterlagen zur Verfügung. Die Aufzeichnungen waren ordnungsgemäß geführt und die Belege vollständig vorhanden. Stichprobenweise Kontrollen ergaben die vollständige Übereinstimmung zwischen Buchungen und Belegsammlung.

Die rechnerische Überprüfung bestätigte die uneingeschränkte Richtigkeit der Jahresabrechnung. Die Ausgaben waren durch die entsprechenden Beschlüsse des Vorstands statutengerecht gedeckt.

Die beiden Rechnungsprüfer (DÖLLER und HEINE) empfehlen daher der Hauptversammlung den Schatzmeister Wolfgang GOLD und die Stellvertreterin Alexandra VON BERINGE bzw. den Vorstand der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation hinsichtlich der Finanzgebarung für den Berichtszeitraum zu entlasten.

TOP 4: Entlastung des Vorstands

Über Antrag wird die Entlastung des gesamten Vorstands EINSTIMMIG ausgesprochen.

BLAUENSTEINER bedankt sich bei den beiden Rechnungsprüfern für ihre sorgfältige und gewissenhafte Arbeit.

Mit der Entlastung endet auch die Funktionsperiode des Vereinsvorstands.

TOP 5: Wahl des Vorstands

Es liegt ein gemeinsamer Wahlvorschlag der Arbeitsgemeinschaft der AkademikerInnen des Bundesvermessungsdienstes und der Bundesfachgruppe Vermessungswesen der BAIK für die Wahl des Vorstands vor.

OVG-Ehrenpräsident Julius ERNST führt die Neuwahl durch.

ERNST verliest den Wahlvorschlag:

Präsident: Dipl.-Ing. Franz BLAUENSTEINER

Stellvertreter:innen: Univ.Prof. Mag. Dr. Georg GARTNER

Dipl.-Ing. Cora STÖGER

Dipl.-Ing. Thomas ZALKA

Generalsekretär: Dipl.-Ing. Dr. Lothar EYSN

Schriftführer:

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Reinfried MANSBERGER

Dipl.-Ing. Paul THURNER (Stv.)

Schatzmeister:in: Dipl.-Ing. Wolfgang GOLD

Dipl.-Ing. Alexandra Von BERINGE (Stv.)

Schriftleitung: Dipl.-Ing. Andreas PAMMER (Schriftleiter)

Dipl.-Ing. Tomas THALMANN (Webmaster)

Dipl.-Ing. Georg TOPF (Stv.)

Dipl.-Ing. Ernst ZAHN (Stv.)

Vorstandsrat: Dipl.-Ing. Dr. Lionel DORFFNER

Dipl.-Ing. Mag. Bernhard FUTTER

Dipl.-Ing. Isabella GREIMEISTER-PFEIL

Dipl.-Ing. Dr. Ekkehart GRILLMAYER

Dipl.-Ing. Simon HOCHSTÖGER

Dipl.-Ing. Johann HORVATH

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Werner LIENHART

Dipl.-Ing. Philipp MITTERSCHIFFTHALER

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert PFEIFER

Neue Vorstandsräte:

Dr. Camillo RESSL (Koordinierung der photogrammetrischen Agenden der OVG)

Dipl.-Ing. Gernot TUTSCH
(Schnittstellenfunktion zur AGE)

Nicht in den Wahlvorschlag aufzunehmen sind die leitenden Organe der Fachsektionen und Arbeitsgemeinschaften, da statutengemäß diese Mitglieder des Vorstands sind. Es sind dies:

- Der Obmann/die Obfrau der Arbeitsgemeinschaft der AkademikerInnen des Bundesvermessungsdienstes (Dipl.-Ing. Anton GRUBINGER);
- der Obmann/die Obfrau der Bundesfachgruppe Vermessungswesen in der Bundeskammer der ZiviltechnikerInnen (Dipl.-Ing. Christian LIDL)
- der Kongressdirektor für den nächsten Geodätentag
- die Ehrenpräsidenten der OVG (Dipl.-Ing. Friedrich HRBEK, Dipl.-Ing. August HOCHWARTNER, Dipl.-Ing. Gert STEINKELLNER und Dipl.-Ing. Julius ERNST) sowie
- der/die Studierenden-VertreterIn der TU Wien oder der TU Graz

ANMERKUNG: der/die Studierenden-VertreterIn, die nicht statutengemäß Mitglied des Vorstandes ist, wird üblicherweise in der ersten Vorstandssitzung in den neuen Vorstand kooptiert.

Zum Wahlvorschlag gibt es keine Wortmeldungen.

In der Abstimmung wird der Wahlvorschlag von der Hauptversammlung EINSTIMMIG angenommen.

Präsident BLAUENSTEINER nimmt im Namen des gesamten Vorstands die Wahl an, dankt für das entgegengebrachte Vertrauen.

BLAUENSTEINER nennt die Schwerpunkte für die kommende Funktionsperiode:

- Nachwuchsförderung (z.B. Arbeitsgruppe zur Aus- und Fortbildung)
- Weiterbildung (Vortragsreihen, Veranstaltungen, Fachartikel)
- Sichtbarkeit des Berufsstandes fördern
- Kooperationen mit anderen Organisationen
- Ausrichtung der OVG für die Zukunft
- Organisation des Geodätentages 2026

TOP 6: Wahl der Rechnungsprüfer

Die Rechnungsprüfer Dipl.-Ing. Dr. DÖLLER und Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Erwin HEINE wurden gemeinsam im Block mit dem Vorstand gewählt.

TOP 7: Mitgliedsbeiträge

BLAUENSTEINER informiert, dass Erhöhungen der Mitgliedsbeiträge nur von der Hauptversammlung beschlossen werden können. Diese ist notwendig, um die inflationsbedingt erhöhten Druckkosten der VGI abdecken zu können. GOLD informiert, dass die Druckkosten um rund 50% gestiegen sind. Haupttreiber sind dabei die sehr stark gestiegenen Papierkosten. Die letzte Erhöhung der Beiträge liegt 8 Jahre zurück.

BLAUENSTEINER bringt folgenden Vorschlag zur Abstimmung:

- Erhöhung des Beitrags für ordentliche Mitglieder auf € 65,- dies ist eine Erhöhung um 18% (Anmerkung: demgegenüber steht eine Inflation von 25% seit der letzten Beitragsanpassung 2015)
- Keine Erhöhung der Mitgliedsbeiträge für Studierende, weiterhin € 20,- und für Mitglieder (Jahrgang 1943 und älter): bisher € 35,-

Der Vorschlag für eine Mitgliedsbeitrags-Erhöhung wird abgestimmt und von der Hauptversammlung mit 1 Gegenstimme EINHELLIG angenommen.

TOP 8: Allfälliges

Keine Wortmeldungen.

BLAUENSTEINER dankt allen Anwesenden für die Teilnahme an der a.o. Hauptversammlung und lädt alle Mitglieder ein, die Vorträge der OVG zu besuchen sowie an ihn oder an Generalsekretär EYSN Vorschläge für eine Weiterentwicklung bzw. Verbesserung der OVG zu schicken (E-Mail: office@ovg.at).

Präsident BLAUENSTEINER schließt um 17:30 Uhr die 49. a.o. Hauptversammlung der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation.

*Reinfried Mansberger & Paul Thurner
Schriftführer der OVG*

Buchbesprechungen

Christoph Twaroch

Kataster- und Vermessungsrecht

Kommentar, 4. Auflage

NWV-Verlag Österreich, Wien,

2022, 427 Seiten, 58,00 €.

ISBN 978-3-7083-4103-3



Mit der 4. Auflage Kataster- und Vermessungsrecht von Dipl.-Ing. Dr. Christoph Twaroch liegt zum wiederholten Male ein umfangreiches und verständliches Nachschlagewerk auf dem aktuellen Stand zum Thema Kataster- und Vermessungsrecht vor. Den Autor nach allen seinen Vorgängerwerken und seinen Verdiensten für das österreichische Kataster- und Vermessungsrecht hier noch einmal vorzustellen, ist aus meiner Sicht nicht notwendig. Die kompakte und trotzdem umfassende Zusammenfassung des Themas in einem Buch eignet sich für Lehrende, Auszubildende sowie Personen, die mitten im Berufsleben stehen – sei es aufseiten der Behörden, der (Privat-) Wirtschaft oder der Politik und der allgemeinen Verwaltung. Das Buch richtet sich nicht nur an Geodäten und Vermessungsbefugte und die einschlägigen Rechtsberufe, sondern kann auch wertvoll für Praktiker zum Beispiel in der Katastervermessung, der Liegenschaftsverwaltung und im Baurecht sein. Der Kommentar erleichtert das Verständnis der komplexen Zusammenhänge. Gerade dieses Verständnis der technischen und rechtlichen Prozesse rund um Grund und Boden ist vor dem Hintergrund der heutzutage vermeintlich einfachen digitalen Lösungen unabdingbar. Das Werk reiht sich nahtlos in die Reihe der Standardwerke rund um das Thema Kataster- und Vermessungsrecht ein und sollte trotz RIS (Rechtsinformationssystem des Bundes) und weiterer unzähliger Informationen im Internet in keinem einschlägigen Büro als aktuelles Nachschlagewerk fehlen.

Martin Seebacher

Ferdinand Altmann

Bildstöcke Wegkreuze

Kapellen und andere

Markierungen der

Landschaften im Weinviertel

Eigenverlag Kulturbund

Weinviertel, 2020,

156 Seiten, € 25,00.

ISBN 978-3-200-07066-0



Die berühmte Pietà Darstellung von Michelangelo befindet sich in Rom, aber im Weinviertel gibt es ebenfalls Bildstöcke mit diesem Motiv wie in Gerasdorf oder bei Hohenruppersdorf. Diese und viele andere Marterl und Bildstöcke hat Ferdinand Altmann in seinem neuen Buch bearbeitet und mit Fotos und ergänzenden Beschreibungen dargestellt. Über die Vielfalt der kleinen Kulturdenkmäler kann man nur staunen, es findet sich eine Einsiedlerkapelle nahe Poysbrunn ebenso wie detailreich ausgearbeitete Pestkreuze in Ameis oder Schrick und Pranger in Ulrichskirchen oder Staatz.

Der Altmeister der Weinviertler Kulturszene legt ein liebevoll und fachkundig gestaltetes, reich bebildertes Buch über Bildstöcke, Wegkreuze und andere Markierungen im Weinviertel vor. Mit 270 fotografisch dokumentierten Objekten bietet er einen anschaulichen Überblick der schönsten Wegzeichen. Die historische Recherche liefert den Hintergrund zu den vielfach kaum in Quellen fassbaren Zeichen. Die frühesten Objekte stammen aus dem Mittelalter, häufig datiert, manchmal auch mit dem Namen eines Stifters versehen und oft mit einer schönen Geschichte verbunden. Die Bilder werden mit Text und Lyrik grafisch verdichtet und nehmen den Leser mit auf eine spannende Reise.

Im Kapitel „Grenzen hat man seit frühester Zeit markiert, mit Steinen und Bildstöcken“ sind u.a. auch der Fünfeckige Stein am Wagram und der Armeseelen Stein bei Groß Schweinbarth von 1555, der älteste datierte Grenzstein Niederösterreichs, der sich noch an Ort und Stelle befindet, beschrieben und abgebildet. Interessant sind auch die Kapitel über Landesgrenzen sowie über Grenzsteine, die von Wüstungen zeugen.

Wer das Weinviertel einmal in seinen Kleindenkmälern kennenlernen will, sollte dieses Buch dabei haben. Nicht nur, aber besonders auch für (Staats)Grenzsteinliebhaber sehr zu empfehlen!

Michael Hiernanseder

Norbert Müllauer

Das Waldviertel

Landkarten aus acht
Jahrhunderten

Edition Muno, Zwettl, 2023,
252 Seiten, € 25,00.



„Schon wieder ein Waldviertel-Buch“,
nein, ein solches gab es noch nie!

Zeitgleich mit der gleichnamigen Sonderausstellungseröffnung im Stadtmuseum Zwettl am 1. Mai 2023 präsentierte just an seinem 60er Geburtstag der leidenschaftliche Kenner des Waldviertels Norbert Müllauer sein jüngstes Buch. Diesmal lässt er den interessierten „Analog – Karten – Freund“ in seine eigene unglaublich breit aufgestellte private Waldviertel-Kartensammlung blicken.

Mit den „Feldern Wörnharts bei Weitra“, eine Mischtechnik von Herta Müllauer ist das Buch beim Titelumschlag wohl noch nicht technisch eingeleitet, doch topographisch wird der Leser (vor dem Umblättern) in die Landschaft geführt: gilt es doch bei der Landkartenerstellung ein Modell bzw. ein Abbild der Natur, ob bergig, hügelig-wellig oder flach, auf ein „Blatt Papier“ völlig eben (möglichst) in einem Maßverhältnis darzustellen.

Der Routengeher, der Geograph, der Kartograph, der Astronom und der Geometer, im Buch ist dankenswerterweise die Geodäsie als Lehre der Erdgestalt erwähnt, das sind meist die Datenerfasser. Erst der Künstler überträgt diese Mess- und Erhebungsergebnisse auf die Druckplatten, schließlich will der Verleger die Kartenwerke in Umlauf bringen.

Das vorliegende Buch stellt für Analoggenießer quasi eine kulturgeschichtlich-graphische Wanderung durchs Waldviertel von der „Bärenhaut“ um 1310 bis zur Österreichischen Karte im Maßstab 1:50 000 (in Gauß-Krüger-Projektion). Dabei findet man die im heutigen Sprachgebrauch nicht mehr gebräuchlichen deutschsprachigen Original-Bezeichnungen, wie z.B. Untersteiermark oder Preßburg. Diese sind in den hier abgedruckten Karten noch ablesbar.

Sehr einfühlsam beschreibt Müllauer den Schöpfer der jeweiligen Karte mit seinem Konterfei und dessen biographischen Daten, sowie sein Kartenprodukt (Ganzbild) samt textlicher Beschreibung: Titel, Ca. Maßstabsangabe, Erscheinungsort und Jahr, Qualität und Größe des Sticks des Drucks. Das sehr gut lesbare Detail auf der Gegenseite erfreut jeden Leser, „seinen“ Wohnort gleich zu finden. Die brillante Druckqualität in Farbe tut ihr Übriges dazu.

Unter anderem findet man zum Maßstab 1:28 800, der dann in der Vergrößerung als 1:2 880 bei den Katastralmappen-Karten ab 1817 allgemeine Verwendung fand,

folgende Erläuterung: *Dieser sogenannte „krumme Maßstab“ entsteht bei metrischer Umrechnung des eigentlichen Massverhältnisses Natur zu Karte: 1 Zoll in der Karte entspricht 40 Klafter in der Natur!*

Bei Charles-Hubert-Alexis Jaillet erfahren wir, dass er in seinen Kartenaufgaben bereits die Insel El Hierro (ist die kleinste und westlichste der kanarischen Inseln) als Nullmeridian verwendet, was bis heute in der österr. Kataster- u. Landesvermessung Geltung hat!

Bei den Seiten 223- 241 geht dem Geometer natürlich das ganze Herz auf, werden doch die Landesaufnahmen und die Urmappe (1817-1861) ausreichend beschrieben und illustriert.

Ein großer Wurf ist der digitale Abruf der „Administrativkarte von Niederösterreich“. Der direkte Link ist wert, angeführt zu werden: https://www.noel.gv.at/noe/LandeskundlicheForschung/Administrivkart_noe.html

Auf den letzten Buchseiten finden sich gut erläutert die verschiedenen Drucktechniken und eine Auswahl der gängigen aktuellen Kartenverleger. Das Literaturverzeichnis und das Namensregister der Protagonisten sind sehr umfangreich.

Eigentlich müsste auf den letzten Seiten des Werkes jede politische Waldviertel-Gemeinde als Unterstützerin aufscheinen, kommt doch jeder Ort auf (fast) jeder Karte vor! Zum Glück findet sich neben der Stadt Zwettl und anderen Unterstützern auch ein Geometer in der Inseratenliste.

Auf den Punkt gebracht:

Es ist Mag. Müllauer großartig gelungen, die von den Graveuren und Stechern, Lithographen und Verlegern zum nachhaltigen Nachlass erzeugten Kartenblätter seiner Privatsammlung öffentlich zu präsentieren, noch dazu komprimiert auf 1029 Gramm und auch viel platzsparender. Auch zitiert der Autor die technischen Meisterleistungen der Vermesser, Mappeure und Kartographen; sie erfassten den topographischen Augenblick, dies wurde im fertigen Produkt aus heutiger Sicht zum wahren Kunstwerk. Gleichzeitig gewähren uns diese historischen Karten auch politischen Einblick in jene Zeiten.

Ich empfehle jedenfalls dieses neue **die ganze Waldmark umfassende Kartenwerk** jeder Bibliothek und nenne diesen Atlas „Den großen Müllauer“. Am 10. Oktober 2023 erhielt Mag. Müllauer verdientermaßen das Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um das Bundesland Niederösterreich.

Diese Enzyklopädie ist ein kurzweilig verfasster und spannend geschriebener Lexikonschatz und gehört in jeden Bücherschrank eines Geschichte-Interessierten (Niederösterreicher im Speziellen) und natürlich zu jedem Waldviertler vom Nebelstein bis zum Manhartsberg und von Litschau bis nach Krems in dessen Hausbibliothek.

Harald Hofbauer

Veranstungskalender

DGPF Jahrestagung

13.03.2024 Remagen am Rhein, Deutschland
<https://www.dgpf.de/cal/Eventdetail/164/114%7C136/dgpf-jahrestagung-2024.html>

International Conference on GI Systems (GISTAM)

02.05. – 04.05.2024 Angers, Frankreich
<https://gistam.scitevents.org/Home.aspx>

Munich Satellite Navigation Summit

20.03. – 22.03.2024 München, Deutschland
<https://www.munich-satellite-navigation-summit.org/>

Geospatial World Forum

13.05. – 16.05.2024 Rotterdam, Niederlande
<https://geospatialworldforum.org/>

International Symposium on Mobile Mapping Technology (ICMMT)

22.03. – 23.03.2024 Prag, Tschechien
<https://waset.org/mobile-mapping-technology-conference-in-march-2024-in-prague>

GI_Salzburg (AGIT)

04.07.2024 – 06.07.2024 Salzburg, Österreich
<https://gi-salzburg.org/de/>

EGU General Assembly 2024

14.04. – 19.04.2024 Wien, Österreich
<https://earth.esa.int/eogateway/events/egu-general-assembly-2024>

ESRI USER CONFERENCE

10.07.2024 – 14.07.2024 San Diego, CA, USA
<https://www.esri.com/en-us/about/events/uc/save-date>

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! ::



OVG-Vorträge Wintersemester 2023/2024

Vortragsprogramm Linz

Veranstaltungsort:

Landesdienstleistungszentrum (LDZ)

Seminarraum 4, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz

- Mittwoch, 29. November 2023**
17 Uhr 00
„Dynamisches Brückenmonitoring mit geodätischen und faseroptischen Sensoren“
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Werner LIENHART
Technische Universität Graz, Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme

Vortragsprogramm Innsbruck

Veranstaltungsort:

Universität Innsbruck

Hörsaal B6, Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck

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

- Mittwoch, 13. Dezember 2023**
18 Uhr 15
**„Fernerkundungsgestützte Erfassung der Gletscheränderungen in Hochasien und deren Auswirkungen auf Naturgefahren und Wasser-
verfügbarkeit“**
Univ.-Prof. Dr. Tobias BOLCH
TU Graz, Institute of Geodesy / Working Group Remote Sensing & Photogrammetry
- Mittwoch, 17. Jänner 2023**
18 Uhr 15
**„Anwendung von künstlichen neuronalen Netzen im Rahmen einer
routinemäßigen Bauwerksüberwachung“**
Prof. Dr.-Ing. Boris RESNIK
Berliner Hochschule für Technik, Fachbereich Bauingenieur- und Geoinformationswesen

Tag der offenen Tür

Geschichte, Innovation und Fortschritt für die österreichische Gesellschaft.

Eichwesen

Samstag, 25. November 2023
11:00 bis 19:00 Uhr

Arltgasse 35
1160 Wien

Keine Anmeldung notwendig!

Vermessungswesen

Freitag, 1. Dezember 2023
08:30 bis 20:00 Uhr

Schiffamtsgasse 1-3
1020 Wien

Wir bitten Sie um Ihre Anmeldung hier:
<https://qrco.de/beRCdH>



Begrenzte Teilnehmerzahl!



HxGN SmartNet | Global



Nur wir bieten Ihnen das **GNSS Rundum-Sorglos-Paket**
für zentimetergenaues Messen in Echtzeit



HEXAGON

Leica
Geosystems



Leica Geosystems Austria GmbH
Karl-Popper-Straße 2, QBC 2b
1100 Wien
Telefon: +43 1 98 122-0
lgs.austria@leica-geosystems.com
www.leica-geosystems.at